



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01 - Машиностроение

Отделение материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Сотиболдиев Собиржон Латипович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гаврилин Алексей Николаевич	к.т.н. доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Черкасов Александр Иванович			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н. доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ООД	Белоевко Елена Владимировна	к.т.н. доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ООП 15.03.01 «Машиностроение»	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н. доцент		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.

Код результата	Результат обучения
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований

Код результата	Результат обучения
P7	<p>Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства</p>
P8	<p>Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа: ИШНПТ
Направление подготовки 15.03.01 - Машиностроение
Отделение материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Ефременков Е.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Сотиболдиев Собиржон Латипович

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	59-58/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

14.05.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

1. Чертеж детали
2. Производственная программа выпуска детали – 100 шт/год.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Проектирование технологического процесса изготовления детали 2. Социальная ответственность 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Чертежи детали и заготовки 2. Чертеж специального приспособления
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический	Черкасов Александр Иванович
Конструкторский	Черкасов Александр Иванович
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Криницина Зоя Васильевна
«Социальная ответственность»	Белоенко Елена Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Черкасов Александр Иванович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Сотиболдиев Собиржон Латипович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 7 листов графического материала, 107 листов пояснительной записки.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ШЛИФОВАНИЕ.

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое».

Целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса. В данном технологическом процессе используется универсальное оборудование, специальные и универсальные приспособления, что позволяет снизить затраты времени на производство детали.

В ходе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы: Проектирование технологического процесса изготовления детали; Финансовый менеджмент; Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; размерный анализ; произведен расчет режимов резания; разработано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент» рассчитана стоимость разработки технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы присущие данному технологическому процессу, выбрано наиболее вероятное ЧП и разработаны мероприятия по его устранению.

Abstract

Final qualification work consists of 7 sheets of graphic material, 107 sheets of explanatory note.

Key words: TECHNOLOGICAL PROCESS, GEAR WHEEL, DEVICE, CUTTING MODES, GRINDING.

Theme of FQW: Design of the technological process of manufacturing parts "Gear Wheel".

The purpose of this thesis is to design a process. In this process, universal equipment, special and universal devices are used, which reduces the time spent on the production of the part.

During the implementation of the WRC, the following sections were considered in detail: Design of the technological process for manufacturing the part; Financial management; Social responsibility.

In the section "Design of the technological process" the following steps were considered: analysis of manufacturability; designing a technological route and operations; dimensional analysis; Calculation of cutting conditions; a special fixture has been developed.

In the "Financial Management" section, the cost of developing a technological process is calculated.

In the section "Social Responsibility", harmful factors inherent in this technological process were considered, the most probable emergency situation was selected and measures to eliminate it were developed.

Оглавление

Введение	12
Раздел 1 проектирование технологического процесса	
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	13
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ	15
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	16
1.4 Выбор типового технологического процесса или аналога единичного	18
1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	22
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали	23
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций	24
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	29
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки	33
1.8 Расчет и назначение режимов обработки	38
1.9 Нормирование технологического процесса	47
1.10 Техничко-экономическое обоснование и показатели технологического процесса	57
Раздел 2. Проектирование станочного приспособления	
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления	59
2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления	60
2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособление и расчет погрешностей обработки	61
2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления	63
2.5 Разработка расчетной схемы определение сил, действующих на заготовку при обработке	64

2.6 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене	65
2.7 Выбор и расчет силового привода	66
2.8 Разработка чертежа общего вида приспособления	67
Раздел 3. Финансовый менеджмент	68
3.1 Организация и планирование работ	70
3.1.1 Продолжительность этапов работ	71
3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта	77
3.2.1 Расчет затрат на материалы	77
3.2.2 Расчет заработной платы	78
3.2.3 Расчет затрат на социальный налог	79
3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию	79
3.2.5 Расчет амортизационных отчислений	81
3.2.6 Расчет прочих расходов	82
3.2.7 Расчет общей себестоимости разработки	82
3.2.8 Расчет прибыли	82
3.2.9 Расчет НДС	83
3.2.10 Цена разработки НИР	83
3.3 Оценка экономической эффективности проекта	83
3.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)	85
Заключение	89
Раздел 4. Социальная ответственность	90
Введение	92
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
4.2 Профессиональная социальная безопасность	94
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении разработки на производство	95

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	99
4.3 Экологическая безопасность	102
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	102
Вывод по разделу социальная ответственность	104
Список использованных источников	105
Приложение	108

Введение

В данной работе необходимо разработать технологический процесс для изготовления колеса зубчатого. Колеса зубчатые широко применяются в машиностроительной отрасли, благодаря ним осуществляется изменение усилий передаваемое от исполнительных механизмов (эд. двигатели, ДВС и т.д).

Разработка технологического процесса изготовления детали не менее важная составляющая часть производственного процесса. От тщательности проработки технологического процесса зависит конечная стоимость детали и изделия, в котором используется данная деталь. Снижаются трудозатраты затрачиваемые на изготовление детали. Первым этапом разработки ТП является: изучение служебного назначения и конструктивные особенности рассматриваемого объекта (колеса зубчатого). На основании проведенного анализа необходимо произвести определение технологичности конструкции изделия, определить тип производства отталкиваясь от годового плана выпуска данной детали.

Так как разрабатываемая технология производится вновь, поэтому необходимо проанализировать существующий технологический процесс или типовой для выявления соответствия новым производственным условиям.

Грамотно выбранный метод получения заготовки так же определяет производительность технологического процесса механической обработки и приводит к снижению материалоемкости.

Обеспечение производительности при разработке технологии не возможно осуществить без решения ряда задач, к которым относятся: выбор методов обработки поверхностей; выбор технологических баз; расчеты минимальных припусков, режимов резания; выбор оборудования и технологической оснастки, режущего инструмента и нормирование операций технологического процесса. В данной работе необходимо рассмотреть и решить все выше перечисленные вопросы.

Раздел 1 проектирование технологического процесса

1.1 Исходные данные.

Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Исходными данными для выполнения дипломного проекта является чертеж колеса зубчатого.

Цилиндрические зубчатые колеса служат для передачи вращательного движения между валами с параллельными осями [1, с. 331]. Данное колесо изготовлено с прямыми зубьями. По ГОСТ 1643-81 установлено 12 степеней точности зубчатых колес зубчатых колес передач. Данное колесо в связи с требованиями предъявляемыми чертежом, будет изготавливаться по седьмому классу точности (7-С), исходя из этого будет выбираться типовой технологический процесс.

Основные механизмы, в которых применяют цилиндрические зубчатые колеса следующие: коробки передач тракторов и автомобилей, редукторы, передние бабки станков, коробки передач, передаточные механизмы станков и др. В исходных данных назначение данного колеса не оговорено.

Данное колесо относится к III типу – одновенцовые колеса типа дисков, у которых $l/d < 1$ и длина поверхности отверстия недостаточна для образования двойной направляющей базы; поэтому после обработки отверстия и торца установочной базой для последующих операций может быть базовый торец, а двойной опорной базой – поверхность отверстия [1, с. 332];

Рассмотрим данное зубчатое колесо более подробно:

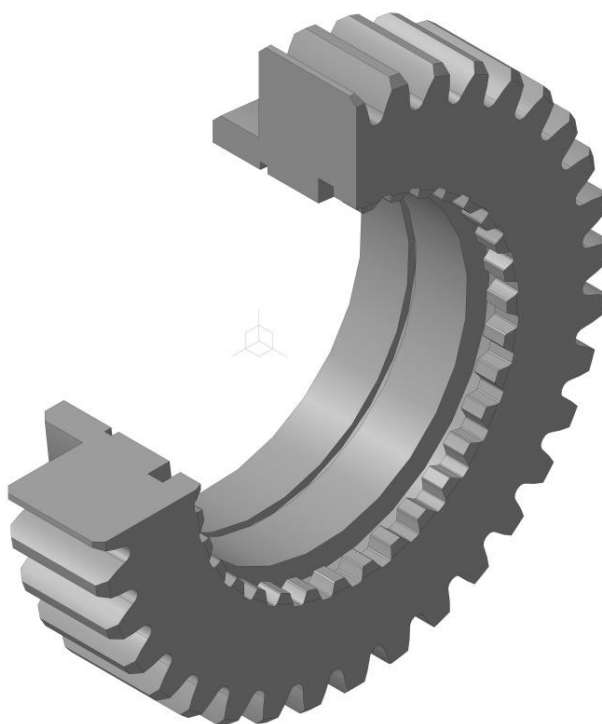


Рисунок 1 – Колесо зубчатое

Наружный контур – зубчатое прямозубое колесо ($z=36$) степень точности по ГОСТ 1643-81: 7-С. Внутренний контур имеет сложную конфигурацию: имеет наиболее точную поверхность - внутреннее отверстие $\varnothing 110M7(-0,035)mm$, проточку под стопорное кольцо $\varnothing 122$, толщиной 2,75мм и эвольвентные шлицы, которые выполнены по 9 квалитету. Шероховатость поверхностей: неуказанная - $\sqrt{Ra6,3}$; боковые поверхности зубьев - $\sqrt{Ra3,2}$; отверстие $\varnothing 110M7(-0,035)mm$ - $\sqrt{Ra1,6}$.

Материал колеса – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 (группа стали – хромистая)

Таблица 1 – Марка и химический состав стали по ГОСТ 4543-71

Марка стали	Массовая доля элементов, %			
	Углерод, С	Кремний, Si	Марганец, Mn	Хром, Cr
40Х	0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,1

Таблица 2 – Механические свойства стали 40Х

Термическая обработка	Предел текучести, R_m (МПа)	Предел кратковременной прочности, R_{eH} (МПа)	Минимальное относительное удлинение σ , %	Относительное сужение, %
Закалка от 860 °С в масле, отпуск при 500 °С	785	980	10	45

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

От типа производства зависят: форма его организации (метод работы); вид и способ получения исходной заготовки; типаж применяемого при ее обработке оборудования, приспособлений и инструментов; степень детализации разработки самого технологического процесса изготовления детали [2, с 229].

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца согласно ГОСТ 14.004-83.

На стадии разработки технологического процесса изготовления детали тип производства может быть определен только ориентировочно. При этом можно руководствоваться данными из [2, табл. 6.1, с. 230]:

Таблица 3 – зависимость типа производства
от объема выпуска, шт., и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерий- ное	Среднесерий- ное	Крупносерий- ное	Массовое
<1,0	<10	10...1500	1500...100000	75000...200000	200000
1,0...2,5	<10	10...1000	1000...50000	50000...100000	100000
2,5...5,0	<10	10...500	500...35000	35000...75000	75000
5,0...10	<10	10...300	300...25000	25000...50000	50000
>10	<10	10...200	200...10000	10000...25000	25000

Так как не был задан тип производства, назначим его. Согласно данным КОМПАС 3D v17.1 деталь имеет массу 4,69 кг, назначим тип производства – мелкосерийное, годовой план выпуска – 100 деталей.

Особенностью данного типа производства является: изготовление или ремонт изделий небольшими партиями. В данном типе производства используются как специальные, так и универсальные средства технического оснащения (станки, инструмент и т.д.). Оборудование располагают по его

типам (токарная, фрезерная и т.д.). Технологические процессы разрабатываются упрощенно. Квалификация рабочего персонала высокая, но ниже чем в единичном производстве.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали.

Анализ технологичности конструкции сводится к сопоставлению данной детали с каким-нибудь ранее разработанным решением и принятым за эталон. Эталоном должна являться деталь аналогичная анализируемой, находиться в серийном производстве. Целью сопоставления является – оценка типа «хорошо – плохо» или «рационально – нерационально». [2, с 237];

Чертеж детали содержит все необходимые виды, которые позволяют представить форму детали. Размеры и требования представленные на чертеже охватывают все поверхности, а так же на них даны все необходимые допуски на изготовление. Обозначение отклонений и шероховатостей выполнено в соответствии с ЕСКД. Чертеж данной детали удовлетворяет требованиям которые предъявляются к технологической документации и может быть принят к производству.

Соотношение наружного диаметра к длине 0,278, данная деталь относится к типу «диск» - базирование по торцу (3 опорных базы и 2 на цилиндрической поверхности).

Сложная конфигурация поверхностей (зубья на наружной поверхности и эвольвентные шлицы на внутренней поверхности). Вынуждает использовать сложное технологическое оборудование, которое требует высокой квалификации.

Габаритные размеры детали позволяют при выборе исходной заготовки использовать несколько методов получения заготовки: поковка, штамповка в подкладном штампе, штамповка в закреплённом штампе, либо из прутка на ленточно-отрезном станке [1, с 341];

Точность расположения наружного зубчатого венца относительно внутреннего отверстия обусловлена необходимостью обеспечить надежную работу зубчатого зацепления.

Воспользуемся [2, табл. 6.2, с. 234] для анализа детали.

Не технологичным является эвольвентные шлицы, так как они имеют глухой торец, что исключает возможность обработки протягиванием (наиболее производительный метод обработки шлицевых соединений).

Технологичным является внутреннее ступенчатое отверстие, где наиболее точная ступень – сквозная, что приводит к:

1. Снижению трудоемкости обработки;
2. Повышению точности обработки и стойкости инструмента;
3. Упрощению конструкции инструмента.

Произведем качественную оценку технологичности согласно ГОСТ 14.201-83:

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} \quad (1.1)$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.2)$$

где: IT_{cp} – средний квалитет точности обработки изделия;

IT_i – квалитет точности i -той поверхности;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Составим таблицу, в которую внесем данные об нашей детали, для поиска коэффициента точности.

Таблица 4 – Данные для поиска коэффициента точности

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$IT_i \cdot n_i$
14	14	196
11	1	11
9	1	9
7	2	14
Σ	18	230

$$IT_{cp} = \frac{14 \cdot 14 + 11 \cdot 1 + 9 \cdot 1 + 7 \cdot 2}{18} = 12,777$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{12,777} = 0,922$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$Ra_{cp} = \frac{\sum Ra_i \cdot n_i}{\sum n_i} \quad (1.3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (1.4)$$

где: Ra_i – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм;

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости.

Составим таблицу, в которую внесем данные об нашей детали, для поиска коэффициента шероховатости.

Таблица 5 – данные для поиска коэффициента шероховатости

Параметр шероховатости Ra_i	Количество поверхностей, n_i	$Ra_i \cdot n_i$
6,3	14	88,2
3,2	2	6,4
1,6	2	3,2
Σ	18	97,8

$$Ra_{cp} = \frac{6,3 \cdot 14 + 3,2 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2}{18} = 5,433 \quad (1.3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{5,433} = 0,816 \quad (1.4)$$

Оба исследуемых коэффициента (K_m ; $K_{ш}$) меньше единицы, можно сделать вывод – деталь технологична.

1.4 Выбор типового технологического процесса или аналого единичного

Типовой технологический процесс выберем из методического указания [4, табл. 1].

Таблица 6 – Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудо- вание	Приспо- собление
I	<p>Токарная обработка основного отверстия и базового торца (комплект конструкторских баз) при базировании по цилиндрической поверхности ступицы и противобазовому торцу зубчатой поверхности.</p> <p>005. Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать базовый торец предварительно; 2. Точить цилиндрическую поверхность зубчатого венца окончательно; 3. Обработать отверстие предварительно (сверлить и зенкеровать, если нет отверстия в заготовке, а если есть, то зенкеровать или расточить); 4. Подрезать базовый торец с припуском под шлифование; 5. Обработать отверстие (развернуть или расточить с окончательной точностью). Если центрирование осуществляется по наружному диаметру шлицев, то дополнительный припуск не оставляется, обеспечивается точность по чертежу (H11); 6. Точить или расточить фаски. 	Станки токарный или то- карно- револьвер -ный с или без ЧПУ	УБП (патрон трехкулачк овый)

Продолжение таблицы 6 - Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудо- вание	Приспо- собление
II	Токарная обработка других цилиндрических поверхностей при базировании по основному отверстию и базовому торцу. 010. Токарная 1. Подрезать торец ступицы предварительно; 2. Подрезать противобазовый торец; 3. Точить цилиндрическую поверхность ступицы окончательно; 4. Подрезать торец ступицы с припуском под шлифование; 5. Точить и расточить фаски.	Оборудование то же, что и в этапе I/ Приспособление - оправка цилиндрическая	
III	Обработка шлицевого отверстия или шпоночного паза. 015. Долбежная 1. Долбить шлицевые пазы в отверстии.	Станок: долбеж- ный	УБП (патрон трехх- кулачко- вый с делитель- ной головкой

Продолжение таблицы 6 - Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудо- вание	Приспо- собление
IV	<p>Нарезание зубьев с базированием по основному отверстию (малому или большому диаметру шлицев, если тот или другой являются центрирующими в шлицевом соединении) и базовому торцу. Модуль колеса $12 > m > 3$ мм Ra 1,6...3,2 мм:</p> <p>020. Зубофрезерная</p> <p>1. Фрезеровать зубья предварительно (начерно) фрезой червячной модульной двухзаходной или трехзаходной класса С;</p> <p>025. Зубодолбежная</p> <p>1. Долбить зубья окончательно (начисто) долбяком класса В.</p>	<p>Станки:</p> <p>зубофре- зерный класса Н; зубодол- бежный</p>	<p>НСП (оправка шлицевая или шпоноч- ная)</p>
V	<p>Термообработка, например</p> <p>030 Термическая</p> <p>1. Цементировать поверхность зубьев;</p> <p>2. Закалить поверхность зубчатого венца.</p>	<p>Цементация, закалка, отпуск низкий</p>	
VI	<p>Чистовая обработка шлицевого отверстия</p> <p>а)если производится центрирование по малому диаметру шлицев или гладкому отверстию со шпоночной канавкой, то шлифование отверстия (по малому диаметру шлицев) и базового торца с базированием по делительному диаметру зубчатого венца и противобазовому торцу:</p> <p>035. Внутришлифовальная</p> <p>1. Шлифовать отверстие;</p> <p>2. Шлифовать базовый торец.</p>	<p>Станок внутри- шлифо- вальный с двумя кругами</p>	<p>УНП (патрон мембран- ный с роликами)</p>

Продолжение таблицы 6 - Типовой маршрут основных этапов обработки

№ этапа	Наименование этапа, операции и попереходное содержание	Тип производства: мелкосерийное	
		Оборудо- вание	Приспо- собление
VII	Шлифование торца ступицы с базированием по базовому торцу: 040. Плоскошлифовальная 1. Шлифовать торец ступицы.	Станок плоско- шлифо- вальный с или без ЧПУ	УНП (плита магнит- ная)

Далее данный технологический процесс нужно будет адаптировать под наше колесо зубчатое.

1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

От выбора исходной заготовки зависит построение всего технологического процесса. При выборе заготовки будем отталкиваться от основных факторов: материал изделия, габариты, план выпуска изделия.

Согласно [1, с 341] исходную заготовку рекомендуется выбирать штампованную, кованную, при данных заготовках исходные размеры максимально приближаются к габаритам будущей детали, но при этом появляется необходимость в новых рабочих местах, площадях и оборудовании, либо произвести закупку заготовки в сторонней организации. Исходя из ранее выбранного плана выпуска деталей – 100 шт/год, целесообразно рассматривать еще один метод получения заготовки – резка из сортового проката.

Таким образом исходную заготовку для зубчатого колеса следует выбирать из трех: методковки, штамповки, резка из проката. При этом первые два вида позволяют максимально приблизить заготовку к готовой детали и снизить расход материала, но при этом требуют значительных затрат, однако при необходимости увеличения плана выпуска деталей, данные методы предпочтительны.

Согласно ГОСТ 8732-78 – Трубы стальные бесшовные горячедеформированные, в качестве заготовки целесообразно выбрать трубу 203х56, где 203 – наружный диаметр, 56 – толщина стенки (цена 95,94 руб./кг). Предельные отклонения определяются по таблицам 2 и 3, ГОСТ 8732-78.

1.6 Проектирование технологического процесса

изготовления детали

Опираясь на ранее выбранный типовой технологический процесс, выбранный план выпуска изделий, тип производства, метод получения исходной заготовки разработаем технологический процесс изготовления детали.

При установлении последовательности обработки заготовки руководствуются следующими положениями. Сначала обрабатывают поверхности, принятые в качестве технологических баз на большинстве операций технологического процесса. Затем обрабатывают поверхности, на которых могут обнаружиться скрытые дефекты исходной заготовки (раковины, поры, трещины и т.п.). При наличии таких дефектов дальнейшую обработку заготовки не производят; ее либо окончательно бракуют, либо принимают меры для исправления брака. Далее производят обработку остальных поверхностей в последовательности, обратной их точности: чем точнее должна быть поверхность, тем позже ее обрабатывают. В конце технологического процесса выносят обработку легкоповреждаемых поверхностей, например, наружных резьб.

Обработку заготовок точных деталей ответственного назначения часто делят на стадии: черновую, чистовую и отделочную, которую выполняют на разных станках. При черновой обработке удаляют основную массу металла в виде припусков и напусков; при этом формируются относительно большие погрешности заготовки из-за перераспределения остаточных напряжений, упругих деформаций технологической системы от сил резания и температурных деформаций этой системы. При чистовой обработке

указанные погрешности уменьшаются. При отделочной обработке достигается требуемая точность детали и качество ее поверхностных слоев[2, с.263].

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций

Проанализируем типовой технологический процесс и составим маршрутно-операционный технологический процесс. Технологический процесс изготовления детали представим в виде таблицы 7:

Таблица 7 – технологический процесс изготовления детали

Операционный эскиз	Операция
	<p>005 Заготовительная Установить заготовку в призмы; Базы: наружный диаметр, торец. 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер $57_{-1,2}^{+0}$ мм.</p>
 <p>Неуказанные предельные отклонения валов h14, отверстий H14, остальные $\pm IT14$.</p>	<p>010 Токарная Установ А: Установить заготовку в трехкулачковый патрон; Базы: наружный диаметр, торец. 1. Подрезать торец в размер $55_{-0,74}^{+0}$ мм; 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размер $\phi 190_{-0,29}^{+0}$ мм; 3. Снять фаску $2,5 \times 45^\circ$ мм.</p>
 <p>Неуказанные предельные отклонения валов h14, отверстий H14, остальные $\pm IT14$.</p>	<p>Установ Б: Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: Наружный диаметр, торец. 1. Подрезать торец в размер 53 мм; 2. Точить наружный диаметр, выдерживая размер $\phi 130$ мм; 3. Снять фаски $3 \times 45^\circ$, $2 \times 45^\circ$ мм.</p>

Операционный эскиз	Операция
 <p>Неуказанные предельные отклонения валов h14, отверстий H14, остальные $\pm IT14$.</p>	<p>Установ В:</p> <p>Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расточить $\phi 109M14(-0.013/-0.083)$ 2. Расточить $\phi 113H11$; 3. Точить канавку, выдерживая размеры: 5,5; 8,5; $\phi 122$ мм; 4. Снять фаску $1 \times 20^\circ$.
 <p>Неуказанные предельные отклонения валов h14, отверстий H14, остальные $\pm IT14$.</p>	<p>Установ Г:</p> <p>Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: наружный диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Расточить $\phi 109,5M10(-0.013/-0.153)$ мм; 2. Точить канавку, выдерживая размеры: $2,75^{+0.2}$; $17,5 \pm 0,1$; $\phi 115$.
<p>015 Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контролировать размеры полученных поверхностей; 2. Контролировать шероховатость полученных поверхностей. 	

Продолжение таблицы 7 – технологический
процесс изготовления детали

Операционный эскиз			Операция																														
<div><div>✓ $Ra\ 3,2$</div><div>$120x3,5x9H\ ГОСТ\ 6033-80$</div><div></div><div><table><tr><th colspan="3">Эвольвентные шлицы</th></tr><tr><td>Модуль</td><td>m</td><td>3,5</td></tr><tr><td>Кол-во зубьев</td><td>z</td><td>34</td></tr><tr><td>Коеф. смещения</td><td>x</td><td>-0,4071</td></tr><tr><td>Толщина зуба</td><td>e</td><td>$3,853^{+0,09}$</td></tr><tr><td>Длина общей нормали</td><td>W</td><td>$56,488^{+0,078}_{+0,029}$</td></tr><tr><td>Диаметр вершин</td><td>D_a</td><td>113H11</td></tr><tr><td>Диаметр впадин</td><td>D_i</td><td>120H14</td></tr></table></div></div>			Эвольвентные шлицы			Модуль	m	3,5	Кол-во зубьев	z	34	Коеф. смещения	x	-0,4071	Толщина зуба	e	$3,853^{+0,09}$	Длина общей нормали	W	$56,488^{+0,078}_{+0,029}$	Диаметр вершин	D _a	113H11	Диаметр впадин	D _i	120H14	<p>020 Зубодолбежная Установить заготовку в трехкулачковый патрон. Базы: внутренний диаметр, торец.</p> <p>1. Долбить эвольвентны шлицы согласно таблице.</p>						
Эвольвентные шлицы																																	
Модуль	m	3,5																															
Кол-во зубьев	z	34																															
Коеф. смещения	x	-0,4071																															
Толщина зуба	e	$3,853^{+0,09}$																															
Длина общей нормали	W	$56,488^{+0,078}_{+0,029}$																															
Диаметр вершин	D _a	113H11																															
Диаметр впадин	D _i	120H14																															
<div><div>$Ra\ 1,6$</div><div></div></div>			<p>025 Зубофрезерная Установить заготовку на оправку.</p> <p>Базы: внутренний диаметр, торец.</p> <p>1. Фрезеровать зубья.</p> <p>030 Зубодолбежная Установить заготовку на оправку.</p> <p>Базы: внутренний диаметр, торец.</p> <p>1. Долбить зубья начисто.</p>																														
<table><tr><td>Модуль</td><td>m</td><td>5</td></tr><tr><td>Число зубьев</td><td>z</td><td>36</td></tr><tr><td>Угол наклона зуба</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>Направление зуба</td><td>-</td><td>прямое</td></tr><tr><td>Исходный контур</td><td>-</td><td>ГОСТ 13755-81</td></tr><tr><td>Коэффициент смещения</td><td>x</td><td>0</td></tr><tr><td>Степень точности по ГОСТ 1643-81</td><td>-</td><td>7-С</td></tr><tr><td>Длина общей нормали</td><td>W</td><td>$54,183^{-0,08}_{-0,18}$</td></tr><tr><td>Делительный диаметр</td><td>d</td><td>180</td></tr><tr><td>Шаг зацепления</td><td>P_o</td><td>14,761</td></tr></table>			Модуль	m	5	Число зубьев	z	36	Угол наклона зуба	-	-	Направление зуба	-	прямое	Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81	Коэффициент смещения	x	0	Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С	Длина общей нормали	W	$54,183^{-0,08}_{-0,18}$	Делительный диаметр	d	180	Шаг зацепления	P _o	14,761	
Модуль	m	5																															
Число зубьев	z	36																															
Угол наклона зуба	-	-																															
Направление зуба	-	прямое																															
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81																															
Коэффициент смещения	x	0																															
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С																															
Длина общей нормали	W	$54,183^{-0,08}_{-0,18}$																															
Делительный диаметр	d	180																															
Шаг зацепления	P _o	14,761																															

Продолжение таблицы 7 – технологический
процесс изготовления детали

Операционный эскиз	Операция
035 Контрольная 1. Контролировать зубья; 2. Контролировать эвольвентные шлицы.	
040 Термическая 1. Калить заготовку при температуре 825-860 °С, охлаждать в масле.	
045 Химико-термическая 1. Электрохимическое травление в растворе: серная кислота 50; соляная кислота 10; поваренная соль 25 Г/л.	
050 Промывка и нейтрализация 1. Промыть детали в 3-4% растворе кальцинированной соды.	
055 Контрольная 1. Контролировать твердость детали.	
	060 Внутришлифовальная Установить заготовку в трехкулачковый патрон Базы: наружный диаметр, торец. 1. Шлифовать сквозное отверстие $\phi 110M7_{(-0,035)}$ мм.
060 Контрольная 1. Контролировать размеры, шероховатость отверстия $\phi 110M7_{(-0,035)}$ мм;	

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Колесо зубчатое в процессе обработки на начальных этапах базируется по наружной цилиндрической поверхности, торцу, при обработке зубьев, шлицев базирование происходит по внутреннему отверстию. Произведем расчет наиболее точной поверхности – $\varnothing 110M7_{(-0,035)}$ мм, правого и левого торца и наибольшего наружного размера $\varnothing 190h11_{(-0,29)}$ мм.

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z\ i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i).$$

где: $Z_{\min i}$ – минимальный припуск на данный, i переход, мкм;

$R_{z\ i-1}$ – шероховатость, полученная на предыдущем. $i-1$, переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [5].

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера $\varnothing 190h11_{(-0,29)}$:

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra6,3}$, допуск на размер $\delta_{\text{дет}}=0,29$ мм.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Rz100}$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{\text{заг}}=4,06$ мм=4060 мкм.

Черновая обработка: $2Z_{\min}=2(100+200+250+100)=2 \cdot 650=1300$;

Чистовая обработка; $2Z_{\min}=2(40+60+90+0)=2\cdot190=380$;

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{\min}$) к предельному максимальному размеру (d_{\max}):

1. (черновая):

$$d_{\min}=190+0,38=190,38 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае $h13 \quad Td=720 \text{ мкм}$), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{\max}=d_{\min}+Td=190,38+0,72=191,1 \text{ мм};$$

Относительно полученного расчетного максимального технологического размера d_{\max} определим принятый технологический размер;

Так как размер $191,1_{-0,72}$ в качестве номинального размера рассматривать неудобно, поэтому округляем его в большую сторону, т.е. принимаем для черновой операции исполнительный технологический размер равный $191,5_{-0,72}$ мм, дальнейшие расчеты будем производить относительно данного размера:

Операция заготовительная:

$$d_{\min}=191,5+1,3=192,8 \text{ мм};$$

$$Td_{\text{заг}}=1850 \text{ мкм};$$

$$d_{\max}=d_{\min}+Td_{\text{заг}}=192,8+1,85=194,65 \text{ мм};$$

Так как согласно ГОСТ 8732-78 ближайший размер заготовки = 203мм, принимаем его в качестве принятого технологического размера, допуск на наружный размер согласно ГОСТ $\pm 1,0\%$

Полученные результаты сведем в таблицу 7:

Таблица 7 – припуски на обработку
наибольшего диаметрального размера

Технологическ ие переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}
Наружная поверхность $\varnothing 190_{-0,29}$									
0.заготовительная	100	200	250	-	-	203	4060	192,8	194,65
1.токарная (черновая)	40	60	90	100	1300	191,5h13	720	190,38	191,1
2.токарная (чистовая)	10	40	45	0	380	190 _{-0,29}	290	189,71	190

Дальнейший расчет припусков выполним аналогично, за исключением того, что при расчете отверстий рассчитывается максимальный предельный размер следующим образом:

$$D_{\max i-1} = D_{\min} - 2Z_{\min};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку $\varnothing 110M7_{(-0,035)}$ мм и результаты запишем в таблицу 8:

Операция 2:

$$D_{\max} = D_{\min 4} - 2Z_{\min} = 109,965 - 0,352 = 109,613 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 109,613 - 0,14 = 109,473 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 109,5M10.

Операция 1:

$$D_{\max} = 109,5 - 0,56 = 110,06 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = 110,06 - 0,87 = 109,19 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер 109M14.

Таблица 8 - расчет минимальных припусков на обработку наиболее точной внутренней поверхности

Технологически е переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				D_{\min}	D_{\max}
Внутренняя поверхность $\varnothing 110_{-0,035}$									
0.заготовка – труба толстостенная	100	200	250	-	-	-	-	-	107,7
1.токарная черновая	40	50	90	100	1300	109M14	870	108,35	110,06
2.токарная чистовая	20	30	45	60	560	109,5 M10	140	109,19	109,613
3. термообработка	-	-	21	-	-	-	-	-	-
4.шлифование	10	25	30	10	352	110 _{-0,035}	35	109,965	110

Согласно ГОСТ 8732-78 допуск на толщину стенки $_{-12,5}^{+10}\%$, следовательно если примем толщину стенки =50 мм, внутреннее отверстие будет иметь размер $\varnothing 103_{-6,25}^{+5}$ ($D_{\max}=108$; $D_{\min}=96,75$), что не совпадает с расчетами. Выберем толщину стенки =56 мм, тогда, внутреннее отверстие будет иметь размер $\varnothing 91_{-7}^{+5,6}$ ($D_{\max}=96,6$; $D_{\min}=84$).

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку торцов и результаты запишем в таблицу 9:

Операция 2:

$$d_{\min}=53 + 0,29 = 53,29;$$

$$d_{\max}=53,29+0,74=54,03;$$

Принятый технологический размер 54,2h14

Операция 1:

$$d_{\min}=54,2 + 1,320 = 55,52;$$

$$d_{\max}=55,52+1,2=56,72;$$

Принятый технологический размер 57h15

Таблица 9 - расчет минимальных припусков на обработку торцев

Технологическое переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	R_z	$T_{\text{деф}}$	ρ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}
Обточка правого и левого торцов заготовки для получения её длины $53_{-0,74}$									
0.Отрезка заготовки	160	150	250	500	-	57h15	1200	55,52	56,72
1.Обточка левого торца	40	25	50	100	1320	54,2h14	740	53,29	54,03
2.Обточка правого торца	40	30	50	30	290	$53_{-0,74}$	740	52,26	53

Исходя из этих расчетов заготовка будет:

$$\text{Труба} \frac{203 \times 56 \times 6000 \text{ П ГОСТ } 8732-78}{\text{В } 40 \times \text{ГОСТ } 8731-74}$$

Размеры одной заготовки: 203x56x57 мм.

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [6].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков.

Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а так же занесем выбранные средства в таблицы 10 и 11.

Таблица 10 – средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Заготовительная	JET HBS-1220DC Колонный ленточнопильный станок	Полотно М51 34х1,1х3950 мм, 4/6ТPI (HBS- 1220DC)	Рольганг; кран балка ГОСТ 22045-89: 31 5711 1229 39
Токарная	16К20 Станок токарно-винторезный универсальный	Резец проходной упорный 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73; Резец проходной отогнутый 2102- 1117 Т15К6 ГОСТ 18877-73; Резец расточной 2141-0030 Т15К6 ГОСТ 18883-73; Резец канавочный внутренний 25х25х240 Т5К10 ГОСТ 18885-73	Патрон трехкулачковый 7100-0035 ГОСТ 2675-80
Зубодолбежная	5122 Станок зубодолбежный вертикальный полуавтомат	Долбяк зуборезный 2530-0178 ГОСТ 9323-79; Долбяк зуборезный 2530-0189 ГОСТ 9323-79.	Патрон трехкулачковый 7100-0007 ГОСТ 2675-80
Зубофрезерная	53А30П Станок зубофрезерный вертикальный полуавтомат	Фреза червячная 2510-4038 ГОСТ 9324-80	Оправка
Термическая	Муфельная печь ЭКПС 300 мод. 6004		

Продолжение таблицы 10 – средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Химико-термическая	Ванна для химико-термического травления; вытяжка		
Внутришлифовальная	3K288А Станок внутришлифовальный универсальный	5 125х20х 62 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Патрон трехкулачковый 7100-0007 ГОСТ 2675-80

Таблица 11 – средства контроля точности

изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Линейка измерительная 150 ГОСТ 427-75
Токарная установ А, Б	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- II-0-200-0,1 ГОСТ166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 6,3 Т, ТТ ГОСТ 9378-93.
Токарная установ В, Г	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- II-0-200-0,05 ГОСТ166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Штангенциркуль -20-170 0,01 для внутр. канав. элек. ЧИЗ; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости 6,3 - Т; 3,2 - Р ГОСТ 9378-93.

Продолжение таблицы 11 – средства контроля
точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ- II-0-200-0,05 ГОСТ166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Штангенциркуль -20-170 0,01 для внутр. канав. элек. ЧИЗ; Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88; Образцы шероховатости 6,3 – Т, ТТ; 3,2 - Р ГОСТ 9378-93.
Зубодолбежная	Инструментальный, визуальный	Зубомер по ГОСТ 4446-81
Зубофрезерная	Инструментальный, визуальный	Зубомер по ГОСТ 4446-81
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Штангензубомер ШЗН-18 ГОСТ 163-41;
Внутришлифовальная	Инструментальный, визуальный	Нутрометр НИ-100-160 0,01 ЧИЗ; Образцы шероховатости 1,6 – ШТ ГОСТ 9378-93.
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Нутрометр НИ-100-160 0,01 ЧИЗ; Образцы шероховатости 1,6 – ШТ ГОСТ 9378-93.

1.8 Расчет и назначение режимов обработки

Назначение режимов обработки резанием рассматривается как технико – экономическая задача. Режимы обработки оказывают влияние на показатели производства как технические, так и экономические. В связи с этим расчет режимов резания является одной из самых массовых задач в машиностроении.

Особое значение при расчете режимов резания имеет зависимость между стойкостью режущего инструмента, скоростью резания, подачей и глубиной резания, а также геометрическими параметрами режущего инструмента.

При расчете режимов резания целесообразно учитывать фактор оптимизации их по одному из критериев оптимизации: максимуму производительности, минимуму себестоимости, а также оптимизация по комплексу параметров качества поверхностного слоя обрабатываемых поверхностей и точности обработки [7].

Назначение режима обработки неразрывно связано с выбором инструментального материала, а также с выбором смазывающе охлаждающих технологических сред с учетом метода обработки и материала обрабатываемых деталей.

Скорость резания v м/мин: при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} t^{x_t} S^{y_t}} K_v.$$

Где: C_v – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

T – стойкость инструмента (среднее значение стойкости 30-60 мин);

t – глубина резания (мм);

S – подача (мм/об);

m, x, y – показатели степеней;

K_v - является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} ; состояния поверхности K_{nv} ; материала инструмента K_{uv} .

Скорость резания при фрезеровании (окружная скорость фрезы, м/мин),

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

где: t - глубина резания;

B - ширина фрезерования;

S_z – подача на зуб (мм);

z - количество зубьев.

Расчеты режимов резания произведем согласно методическому пособию [7].

Операция: «Заготовительная»

Подача при разрезании металла ленточными пилами установлена [7, с. 104, табл. 2.103] $S_m \leq 50$ мм/мин, скорость резания 6-12 м/мин [7, с. 104, табл. 2.104].

Операция: «Токарная»

Произведем расчет режимов резания для наружного точения $\emptyset 190h11_{(-0,29)}$:

Согласно [7, с. 44, табл. 2.16] для обеспечения требуемой шероховатости ($Ra_{6,3}$) необходимо выбирать подачу не более 0,35 мм/об, скорость резания при этом должна быть от 125 до 140 м/мин [7, с. 48, табл. 2.22].

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} = \frac{252}{1,743} = 144,634 \text{ м/мин};$$

так как расчетная скорость резания получилась больше табличной, увеличим стойкость инструмента:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{100^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} = \frac{252}{1,93} = 130,587 \text{ м/мин};$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания, используя упрощенную формулу для расчета режимов резания:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{130587}{3,14 \cdot 190} = 218,855 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка можно установить 200 об/мин. Тогда фактическая скорость резания при обработке Ø190h11_(-0,29) равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 190 \cdot 200}{1000} = 119,32 \text{ м/мин.}$$

Произведем расчет режимов резания для растачивания Ø109,5M10_(-0,153)^{0,013} мм:

Установим подачу в соответствии с необходимой шероховатостью [7, с. 44, табл. 2.16] – 0,25 мм/об, скорость резания 125-140м/мин, t=0,25мм, тогда:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} = \frac{252}{1,134} = 222,268 \text{ м/мин;}$$

Расчетная скорость резания получилась больше рекомендуемой, увеличим стойкость инструмента:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350 \cdot 0,72}{600^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} = \frac{252}{1,797} = 140,242 \text{ м/мин;}$$

$$n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{140242}{3,14 \cdot 109,5} = 407,881 \text{ об/мин;}$$

В соответствии с паспортом выбираем 400 об/мин, тогда скорость резания равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 109,5 \cdot 400}{1000} = 137,602 \text{ м/мин.}$$

Произведем расчет скорости резания при точении канавок:

Канавка Ø115x2,75мм:

В соответствии с: [7, с. 46, табл. 2.19] значения коэффициентов равны:

$C_v=47$; $y=0,8$; $m=0,2$.

[7, с. 45, табл. 2.17] при ширине канавки ≈ 3 мм, $S=0,06 - 0,8$ мм/об, t – ширина канавки – 2,75 мм.

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,626 \cdot 1,15 \cdot 0,65 = 0,468$$

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{47 \cdot 0,468}{30^{0,2} \cdot 2,75^1 \cdot 0,06^{0,8}} = \frac{21,996}{0,449} = 48,988 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{48988}{3,14 \cdot 115} = 135,663 \text{ об/мин};$$

В соответствии с паспортом выбираем 125 об/мин, тогда скорость резания равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 125}{1000} = 45,16 \text{ м/мин.}$$

Канавка $\varnothing 122 \times 5,5$ мм:

Значения коэффициентов те же, значение подачи 0,16 – 0,23 мм/об.

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{47 \cdot 0,468}{30^{0,2} \cdot 5,5^1 \cdot 0,16^{0,8}} = \frac{21,996}{2,507} = 8,777 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{8777}{3,14 \cdot 122} = 22,911 \text{ об/мин};$$

В соответствии с паспортом выбираем 20 об/мин, тогда скорость резания равна:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 122 \cdot 20}{1000} = 7,665 \text{ м/мин.}$$

Операция: «Внутришлифовальная»

Произведем расчет режимов резания при шлифовании [7, с. 118]:

Основными элементами резания при шлифовании являются:

скорость вращательного или поступательного движения заготовки, v_3 м/мин;

глубина шлифования t – слой металла, снимаемый периферией или торцом круга в результате поперечной подачи на каждый ход или двойной ход при круглом или плоском шлифовании S и в результате радиальной подачи S_p при врезном шлифовании, мм;

продольная подача S – перемещение шлифовального круга в направлении его оси, в миллиметрах на один оборот заготовки при круглом

шлифовании или в миллиметрах на каждый ход заготовки при круглом шлифовании или в миллиметрах на каждый ход стола при плоском шлифовании периферией круга.

Мощность. Эффективная мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_N \vartheta_3^r t^x S^y d^q, \text{ кВт},$$

где: b – ширина шлифования, равная длине шлифуемого участка заготовки при круглом врезном шлифовании и поперечному размеру поверхности заготовки при шлифовании торцом круга, мм;

d – диаметр шлифовального круга, мм.

По [7, с. 120, табл. 2.124] назначим режимы резания:

$$v_k=30 \text{ м/с}; v_3=15 \text{ м/мин}; t=0,02 \text{ мм}; S_o=14 \text{ мм}$$

где: v_k – скорость круга, м/с;

v_3 – скорость заготовки, м/мин;

t – глубина резания, мм;

S_o – продольная подача на оборот, мм.

Значения коэффициентов и показателей степени в формулах для определения мощности резания при шлифовании [7, с. 119, табл. 2.123]:

$C_N=0,34$; $v=0,6$; $r=0,75$; $x=0,6$; $y=0,5$; $q=0,5$; тогда:

$$N = C_N \vartheta_3^r t^x S^y d^q = 0,34 \cdot 15^{0,75} \cdot 0,02^{0,4} \cdot 14^{0,4} \cdot 125^{0,3} = 6,6295 \text{ кВт}.$$

Операция: «Зубофрезерная»

Используемый инструмент: фреза червячная 2510-4038 ГОСТ 9324-80 (Ø140) материал режущей части Т15К6. На данной операции необходимо оставить припуск 1,15 мм чистовое зубодолбление.

$S_o=2 \text{ мм/об}$; $v_c=24 \text{ м/мин}$; 1 проход.

$$n = \frac{1000v}{\pi d_\phi} = \frac{24000}{3,14 \cdot 140} = 54,595 \approx 54 \text{ об/мин};$$

Операция: «Зубодолбежная»

Эвольвентные шлицы $m=3,5$: данную операции необходимо производить в 2 этапа (черновое нарезание под последующую обработку; чистовое

нарезание по предварительно обработанному зубу), так как чистовое нарезание в сплошном металле используют для нарезания модуля зубьев до 3 включительно.

Режимы резания при зубодолблении выбраны согласно справочнику [8, табл. 4.6]

Черновое нарезание: $S_{кр}=0,2$ мм/дв. ход; $v=25$ м/мин, припуск на чистовую обработку 0,8мм по межцентровому расстоянию.

Чистовое нарезание: $S_{кр}=0,25$ мм/дв. ход; $v=18,5$ м/мин;

где: $S_{кр}$ – подача круговая;

v – скорость резания

Зубья колеса $m=5$ (предварительно обработаны на зубофрезерной операции):

Чистовое нарезание: $S_{кр}=0,25$ мм/дв. ход; $v=16$ м/мин;

Аналогичным методом произведем расчет режимов резания, полученные данные занесем в таблицу 12:

Таблица 12 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм	Подача S , мм/об	Скорость резания V_c , м/мин	Количество оборотов в мин n , об/мин	Стойкость T , мин
Заготовитель- ная	Полотно М51 34x1,1x3950 мм, 4/6TPI (HBS-1220DC)	-	≤ 50 мм/ мин	6-12	-	-
Токарная установ А						
Подрезка торца (1 проход)	Резец проходной отогнутый 2102-1117 Т15К6 ГОСТ 18877- 73	2	0,35	114,354	400	80

Продолжение таблицы 12 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
Наружное точение Ø190h11 _(-0,29) (4 прохода)	Резец проходной упорный 2101- 0013 T15K6 ГОСТ 18879- 73	2	0,35	119,32	200	60
Установ Б						
Подрезка торца (1 проход)	Резец подрезной отогнутый 2112-0015 ГОСТ 18880- 73	2	0,35	114,354	400	80
Наружное точение Ø134h14 (4 прохода)		3	0,175	132,607	315	200
Наружное точение Ø130h14 (чистовой 1 проход)		2	0,175	128,648	315	240
Установ В						
Расточить Ø109M14 (4 прохода)	Резец расточной для сквозных отверстий 2140-0009 ГОСТ 18882- 73	2,25	0,3	136,973	400	90

Продолжение таблицы 12 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
Расточить Ø113Н11 (2 прохода)	Резец расточной 2141-0030 Т15К6 ГОСТ 18883- 73	1	0,2	142	400	300
Точение канавки Ø122	Резец канавочный внутренний 25х25х240 Т5К10 ГОСТ 18885-73	5,5	0,16	7,665	20	30
Установ Г						
Расточить Ø109,5М10 (1 проход)	Резец расточной для сквозных отверстий 2140-0009 ГОСТ 18882- 73	0,25	0,25	137,602	400	600
Точение канавки Ø115	Резец канавочный внутренний 25х25х240 Т5К10 ГОСТ 18885-73	2,75	0,06	45,16	125	30

Продолжение таблицы 12 – Значения режимов резания

Операция	Инструмент	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Скорость резания V _c , м/мин	Количество оборотов в мин n, об/мин	Стойкость T, мин
Зубодолбежная m=3,5						
Черновое нарезание	Долбяк зуборезный 2530-0178 ГОСТ 9323-79	-	0,2 мм/дв. ход	25	-	-
Чистовое нарезание шлицев 120x3,5x9Н ГОСТ 6033-80	Долбяк зуборезный 2530-0178 ГОСТ 9323-79	-	0,25 мм/дв. ход	18,5	-	-
Зубофрезерная m=5						
Черновое зубофрезе- рование	Фреза червячная 2510-4038 ГОСТ 9324-80	-	2	24	54	-
Зубодолбежная m=5						
Чистовое нарезание зубьев	Долбяк зуборезный 2530-0189 ГОСТ 9323-79.	-	0,25 мм/дв. ход	16	-	-
Внутришлифовальная						
Шлифовать внутреннее отверстие Ø110M7 _(-0,035)	Шлифоваль- ный круг 5 125x20x 62 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	0,02	14	v _к =30 м/с; v _з =15 м/мин;	n _к =4800	-

Полученные режимы резания необходимы для расчета основного времени на обработку детали.

1.9 Нормирование технологического процесса

Нормирование технологического процесса выполним в соответствии с учебным пособием [9] – «Техническое нормирование операций механической обработки деталей».

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на изготовление изделия. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени.

Норма времени на операцию по своей структуре делится на две основные части:

норму подготовительно-заключительного времени - $T_{пз}$;

норму штучного времени - $T_{от}$.

Подготовительно-заключительное время – время затрачиваемое на подготовку к выполнению работы и действия, осуществляемые по ее окончании. Сюда относятся: получение задания на работу; получение инструментов, приспособлений, технологической документации; ознакомление с работой, технологической документацией, чертежом; инструктаж о порядке выполнения работы; установка приспособления, инструмента; наладка оборудования на соответствующий режим работы; наладка оборудования на соответствующий режим работы; снятие приспособления и инструмента после выполнения задания; сдача приспособления после выполнения задания; сдача приспособлений, инструмента и технологической документации.[9]

В серийном (мелкосерийном, среднесерийном и крупносерийном) производстве подготовительно-заключительное время нормируют на партию деталей, а норма времени, необходимая для изготовления одной детали (мин), определяется по формуле:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} \quad [9.1]$$

где n – количество деталей в партии.

Следовательно, для уменьшения подготовительно-заключительного времени, приходящегося на единицу продукции, и соответственно нормы времени целесообразно изготавливать крупные партии.

Норма штучного времени (мин):

$$T_{от} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{от.п} \quad [9.2]$$

где: t_o – основное (технологическое) время, оно может быть: машинным t_m (работа производится без участия человека, ЧПУ); машино-ручным $t_{м.р}$ (работа производится с управлением рабочего, все универсальное оборудование); ручным t_p (всевозможные слесарные работы (опиливание, шабрение);

t_b – вспомогательное не перекрываемое время;

$t_{обс}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{от.п}$ – время на отдых и личные надобности.

Формулу для расчета основного времени можно представить в виде:

$$t_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i$$

где: L – величина перемещения инструмента или заготовки в направлении подачи за один рабочий ход, мм;

n – частота вращения, мин^{-1} ;

S – подача, мм/об. или мм/дв.ход;

h – припуск на обработку (для данного перехода), мм;

t – глубина резания за один проход, мм;

l – размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи для конкретной операции, мм;

l_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм;

l_2 – дополнительная длина на взятие пробной стружки, $l_2=12...15$ мм (при наладке станка), $l_2=0$ (при настроенном станке);

Нормирование вспомогательного времени. Вспомогательное время, как уже было сказано, складывается:

из времени на установку и снятие детали;

из времени, связанного с переходом (комплекс приемов);

из времени на измерение (контроль окончательных размеров)

В данном этапе дипломного проекта необходимо произвести нормирование следующих операций:

- **Заготовительной операции;**
- **Токарной операции (установ А)** - подрезаем торец (1 проход), точим наружную поверхность $\varnothing 190$ (4 прохода);
- **Токарной операции (установ Б)** - подрезаем торец (1 проход), точим наружный диаметр $\varnothing 134$ (4 прохода – черновые), $\varnothing 130$ (1 проход - чистовой);
- **Токарной операции (установ В)** - растачиваем $\varnothing 109$ (4 прохода), растачиваем $\varnothing 113$ (2 прохода), точим канавку $\varnothing 122$ (1 проход);
- **Токарной операции (установ Г)** - растачиваем $\varnothing 109,5$ (4 проход), точим канавку $\varnothing 115$ (1 проход);
- **Зубофрезерной операции** - черновое зубонарезание $m=5$;
- **Зубодолбежной операции** - зубодолбление $m=3,5$;
- **Зубодолбежной операции** - чистовая доводка зубодолблением $m=5$;
- **Внутреннее шлифование $\varnothing 110$.**

Расчет основного времени:

Основное время рассчитывается по формуле:

$$t_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot \frac{h}{t} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot i$$

Токарная операция (установ А):

Точение $\varnothing 190$ на длину 40 мм:

$D_{\text{заг}}=203\text{мм}$; $l=40\text{мм}$; $h=203-190=13\text{мм}$; глубина резания равна припуску на сторону: $t=h/2=7,5\text{мм}$; расчетная длина обработки $L=l+l_1$; величина врезания и перебега l_1 назначим $= 3\text{мм} \Rightarrow L=43\text{мм}$.

Значение режимов резания берем из таблицы 12.

$$t_o = \frac{43 \cdot 4}{200 \cdot 0,35} = 2,457 \approx 2,5 \text{ мин.}$$

Подрезка торца:

$$t_o = \frac{57+3}{400 \cdot 0,35} = 0,428 \text{ мин.}$$

Итого:

$$t_o = 2,928 \text{ мин.}$$

Токарная операция (установ Б):

Подрезка торца:

$$t_o = \frac{57+3}{400 \cdot 0,35} = 0,428 \text{ мин.}$$

Точение $\varnothing 134$ (4 прохода):

$$t_o = \frac{(36,5+3) \cdot 4}{315 \cdot 0,175} = 2,866 \text{ мин.}$$

Точение $\varnothing 130$ (1 проход):

$$t_o = \frac{(36,5+3) \cdot 1}{315 \cdot 0,175} = 0,717 \text{ мин.}$$

Итого:

$$t_o = 4,011 \text{ мин.}$$

Токарная операция (установ В):

Растачивание $\varnothing 109$ (4 прохода):

$$t_o = \frac{(53+3) \cdot 4}{400 \cdot 0,3} = 2,866 \text{ мин.}$$

Растачивание $\varnothing 113$ (2 прохода):

$$t_o = \frac{(14+3) \cdot 2}{400 \cdot 0,2} = 0,425 \text{ мин.}$$

Точение канавки $\varnothing 122$ (1 проход):

$$t_o = \frac{(6,5+3) \cdot 1}{20 \cdot 0,16} = 2,968 \text{ мин.}$$

Итого:

$$t_o = 6,259 \text{ мин.}$$

Токарная операция (установ Г):

Растачивание Ø109,5 (1 проход):

$$t_o = \frac{(39+3) \cdot 1}{400 \cdot 0,25} = 0,42 \text{ мин.}$$

Точение канавки Ø115 (1 проход):

$$t_o = \frac{(2,75+3) \cdot 1}{125 \cdot 0,06} = 0,767 \text{ мин.}$$

Итого:

$$t_o = 1,187 \text{ мин.}$$

Зубофрезерная m=5:

Для определения основного времени при зубообработке воспользуемся формулой [9, табл. 2.1, стр. 21]:

$$t_o = \frac{(l+l_1) \cdot z}{n \cdot S_o \cdot k} = \frac{(36+30) \cdot 34}{54 \cdot 2 \cdot 1} = 20,778 \text{ мин.}$$

Зубодолбление шлицев m=3,5:

z=36; m=3,5мм, ширина венца 8,5мм, параметр шероховатости Ra6,3 мкм; глубина резания 2,7мм; число рабочих ходов i=5.

Для определения основного времени при зубодолблении по методу обкатки воспользуемся формулой:

$$t_o = \frac{\pi \cdot m \cdot z \cdot i}{n_{\text{дв.х}} \cdot S_{\text{кр}}} + \frac{h}{n \cdot S_{\text{рад}}} = \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 34 \cdot 5}{400 \cdot 0,24} + \frac{0,54 \cdot 8,8}{400 \cdot 0,048} = 19,709 \text{ мин.}$$

Чистовое:

$$t_o = \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 36 \cdot 2}{400 \cdot 0,24} + \frac{0,8 \cdot 8,8}{400 \cdot 0,048} = 4,259 \text{ мин.}$$

Зубодолбление чистовое m=5:

z=34; m=3,5мм, ширина венца 8,5мм, параметр шероховатости Ra6,3 мкм; припуск на обработку по межцентровому расстоянию h=1,15мм; число рабочих ходов 2.

$$t_o = \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 34 \cdot 2}{400 \cdot 0,24} + \frac{0,8 \cdot 8,8}{400 \cdot 0,048} = 8,62 \text{ мин.}$$

Шлифовальная операция:

Основное технологическое время на шлифовальных операциях определяется:

$$t_o = 0,007 \cdot (d + D) + 0,00015 \cdot d \cdot l;$$

где: d – внутренний диаметр;

l – длина обрабатываемой поверхности;

D – наружный диаметр;

$$t_o = 0,007 \cdot (109,6 + 110) + 0,00015 \cdot 109,6 \cdot 41 = 2,211 \text{ мин};$$

Расчет вспомогательного времени:

Вспомогательное время:

Вспомогательное время на операции складывается из времени на установку и снятие детали, управление станком и измерение детали:

$$t_b = t_{yc} + t_{упр} + t_{изм};$$

Рассмотрим токарную операцию:

Время затрачиваемое на установку заготовки в самоцентрирующемся трехкулачковом патроне $t_{yc}=0,16$ мин; $t_{упр}=2\%t_o$; $t_{изм}=0,3$ мин (1 поверхность).

Токарная операция (установ А):

$$t_b = 0,16 + 2,928 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 2 = 0,819 \text{ мин}$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_b = 0,16 + 4,011 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 2 = 0,84 \text{ мин}$$

Токарная операция (установ В):

$$t_b = 0,16 + 6,259 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 4 = 1,485 \text{ мин}$$

Токарная операция (установ Г):

$$t_b = 0,16 + 1,187 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 2 = 0,784 \text{ мин}$$

Зубофрезерная $m=5$

Время на установку и снятие заготовки 0,12мин, на закрепление и открепление заготовки 0,19 мин. Таким образом вспомогательное время равно $t_b=0,31$ мин.

Зубодолбление шлицев $m=3,5$

Время на установку и снятие заготовки 0,12мин, на закрепление и открепление заготовки 0,19 мин. Таким образом вспомогательное время равно $t_{\text{в}}=0,31$ мин.

Зубодолбление чистовое $m=5$

Время на установку и снятие заготовки 0,12мин, на закрепление и открепление заготовки 0,19 мин. Таким образом вспомогательное время равно $t_{\text{в}}=0,31$ мин.

Расчет времени на обслуживание рабочего места:

Расчет времени на обслуживание рабочего места

Время на обслуживание рабочего места на токарных операциях составляет 4,5% от суммы основного и вспомогательного времени:

Токарная операция (установ А):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_{\text{в}}) \cdot 0,045 = (2,928 + 0,819) \cdot 0,045 = 0,169$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_{\text{в}}) \cdot 0,045 = (4,011 + 0,84) \cdot 0,045 = 0,218$$

Токарная операция (установ В):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_{\text{в}}) \cdot 0,045 = (6,259 + 1,485) \cdot 0,045 = 0,349$$

Токарная операция (установ Г):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_{\text{в}}) \cdot 0,045 = (1,187 + 0,784) \cdot 0,045 = 0,089$$

Зубофрезерная $m=5$

Время на обслуживание рабочего места составляет 4,5% от суммы основного и вспомогательного времени:

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_{\text{в}}) \cdot 0,045 = (20,778 + 0,31) \cdot 0,045 = 0,949 \text{ мин};$$

Время на обслуживание рабочего места при зубодолблении составляет 4% от суммы основного и вспомогательного времени:

Зубодолбление шлицев $m=3,5$

черновое

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_{\text{в}}) \cdot 0,045 = (19,709 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,8 \text{ мин};$$

чистовое

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (4,259 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,183 \text{ мин};$$

Зубодолбление чистовое m=5

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (8,62 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,357 \text{ мин};$$

Расчет времени перерывов на отдых и личные надобности:

Время на отдых и личные надобности равняется 4% от суммы основного и вспомогательного времени:

Токарная операция (установ А):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (2,928 + 0,819) \cdot 0,04 = 0,149$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (4,011 + 0,84) \cdot 0,04 = 0,194$$

Токарная операция (установ В):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (6,259 + 1,485) \cdot 0,04 = 0,309$$

Токарная операция (установ Г):

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (1,187 + 0,784) \cdot 0,04 = 0,079$$

Зубофрезерная m=5

$$(t_o + t_b) \cdot 0,045 = (20,778 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,844 \text{ мин};$$

Зубодолбление шлицев m=3,5

черновое

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (19,709 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,8 \text{ мин};$$

чистовое

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (4,259 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,183 \text{ мин};$$

Зубодолбление чистовое m=5

$$t_{\text{обс}} = (t_o + t_b) \cdot 0,045 = (8,62 + 0,31) \cdot 0,04 = 0,357 \text{ мин};$$

Расчет штучного времени

Штучное время определяется:

$$t_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}};$$

Заготовительная операция:

$$t_{\text{шт}} = 1,78 + 0,31 + 0,0836 + 0,0836 = 2,2572 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ А):

$$t_{шт} = 2,928 + 0,819 + 0,169 + 0,149 = 4,065 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{шт} = 4,011 + 0,84 + 0,218 + 0,194 = 5,263 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ В):

$$t_{шт} = 6,259 + 1,485 + 0,349 + 0,309 = 8,402 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ Г):

$$t_{шт} = 1,187 + 0,784 + 0,089 + 0,079 = 2,139 \text{ мин};$$

Зубофрезерная m=5:

$$t_{шт} = 20,778 + 0,31 + 0,949 + 0,844 = 22,881 \text{ мин};$$

Зубодолбление шлицев m=3,5:

$$t_{шт} = 23,968 + 0,31 + 0,983 + 0,983 = 26,244 \text{ мин};$$

Зубодолбление чистовое m=5:

$$t_{шт} = 8,62 + 0,31 + 0,357 + 0,357 = 9,644 \text{ мин};$$

Шлифовальная операция:

$$t_{шт} = 2,211 + 0,31 + 0,357 + 0,357 = 3,235 \text{ мин}.$$

Расчет штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время определяется:

$$t_{шк} = \varphi \cdot t_0;$$

где t_0 – основное время;

φ – коэффициент серийности, определим из пособия [10].

Заготовительная операция:

Для станков разрезной группы мелкосерийного производства $\varphi=1,72$,

$$t_{шк} = 1,72 \cdot 1,78 = 3,062 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ А):

Для станков токарной группы мелкосерийного производства $\varphi=2,14$,

$$t_{шк} = 2,14 \cdot 2,928 = 6,266 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ Б):

$$t_{шк} = 2,14 \cdot 4,011 = 8,584 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ В):

$$t_{\text{шк}} = 2,14 \cdot 6,259 = 13,394 \text{ мин};$$

Токарная операция (установ Г):

$$t_{\text{шк}} = 2,14 \cdot 1,187 = 2,54 \text{ мин};$$

Зубофрезерная m=5:

Для станков зуборезной группы мелкосерийного производства $\varphi=1,66$,

$$t_{\text{шк}} = 1,66 \cdot 20,778 = 34,492 \text{ мин};$$

Зубодолбление шлицев m=3,5:

$$t_{\text{шк}} = 1,66 \cdot 23,968 = 39,787 \text{ мин};$$

Зубодолбление чистовое m=5:

$$t_{\text{шк}} = 1,66 \cdot 8,62 = 14,309 \text{ мин};$$

Шлифовальная:

Для станков внутришлифовальной группы мелкосерийного производства $\varphi=2,1$

$$t_{\text{шк}} = 2,1 \cdot 2,211 = 4,643 \text{ мин};$$

1.10 Технико-экономическое обоснование и показатели технологического процесса

Для данного раздела дипломного проекта воспользуемся методикой изложенной в учебном пособии [2, с. 304].

Технологический процесс изготовления детали может быть разработан в нескольких вариантах, которые в той или иной степени могут отличаться друг от друга, но обеспечивать все технические требования, предъявляемые к детали.

При выборе метода получения исходной заготовки определяют коэффициенты использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{из}}};$$

где: $m_{\text{д}}$, $m_{\text{из}}$ – массы детали и исходной заготовки.

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{из}}} = \frac{4,691}{11,528} = 0,4;$$

– при изготовлении из толстостенной трубы;

$$K_{\text{им}} = \frac{m_{\text{д}}}{m_{\text{из}}} = \frac{4,691}{14,427} = 0,325;$$

– при изготовлении из круглого проката;

Рассчитаем ожидаемое снижение материалоемкости выпуска деталей:

$$\Delta M = (m_{\text{из}_1} - m_{\text{из}_2}) \cdot N;$$

где $m_{\text{из}_1}$, $m_{\text{из}_2}$ – массы исходных заготовок в сравниваемых вариантах их получения;

N – объем выпуска деталей.

$$\Delta M = (14,427 - 11,528) \cdot 100 = 289,9 \text{ кг};$$

При производстве колеса зубчатого из толстостенной трубы будет сэкономлено примерно 290 кг материала.

На этапе разработки технологического процесса изготовления детали определяют коэффициент основного времени. Его находят следующим образом:

- для операции

$$\eta_0 = \frac{t_{oi}}{t_{ши}};$$

- для всего технологического процесса

$$\eta_0 = \left(\sum_{i=1}^m t_{oi} \right) / \left(\sum_{i=1}^m t_{ши} \right);$$

где: t_{oi} , $t_{ши}$ – основное и штучное время i -ой операции;

m – число операций в технологическом процессе.

Чем выше значение η_0 , тем производительнее используются станки.

$$\eta_0 =$$

На этом этапе также находят трудоемкость обработки детали:

$$T_d = \sum_{i=1}^m t_{ши} =$$

Далее на этом этапе представим затраты на оборудование в виде таблицы 13:

Таблица 13 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб
Заготовительная	JET HBS-1220DC Колонный ленточнопильный инструмент	590 000
Токарная	16K20 Станок токарно-винторезный универсальный	1 450 000
Зубодолбежная	5122 Станок зубодолбежный вертикальный полуавтомат	1 500 000
Зубофрезерная	53A30П Станок зубофрезерный вертикальный полуавтомат	1 600 000
Термическая	Муфельная печь ЭКПС 300 мод. 6004	305 000
Химико-термическая	Ванна для химико-термического травления; вытяжка	50 000
Внутришлифовальная	3K288A Станок внутришлифовальный универсальный	3 200 000
Итого, Σ		8 695 000

В данную сумму (8.695.000 руб.) не входят затраты на режущий инструмент, измерительный, транспортировку, установку и расходные материалы (СОЖ, Хим. реактивы).

Раздел 2. Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Заданием не было оговорено для какой операции необходимо произвести проектирование приспособления, по этому выберем сами, выбор пал на операцию зубофрезерную – предварительная обработка зубчатых колес, модуль 5.

Техническое задание разработаем в соответствии с ГОСТ 15.001-73, представим в виде таблицы 14:

Таблица 14 – Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование приспособления и область его применения	Приспособление для многоместного фрезерования зубьев $m=5$, число зубьев $z=36$ на оборудовании: 53А30П - Станок зубофрезерный вертикальный полуавтомат.
Основание для разработки	Карта технологического процесса обработки «Колесо зубчатое»
Цель и назначение разрабатываемого приспособления	Проектируемое приспособление должно обеспечивать: закрепление для обработки минимум двух колес; точную установку и надежное закрепление заготовки, удобство при установке и снятия заготовки; постоянное положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента, с целью обеспечения необходимой точности и взаимного расположения относительно других поверхностей заготовки.

2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления

Выбор базовой конструкции пал на приспособление для обработки деталей пакетом [11, стр 614]:

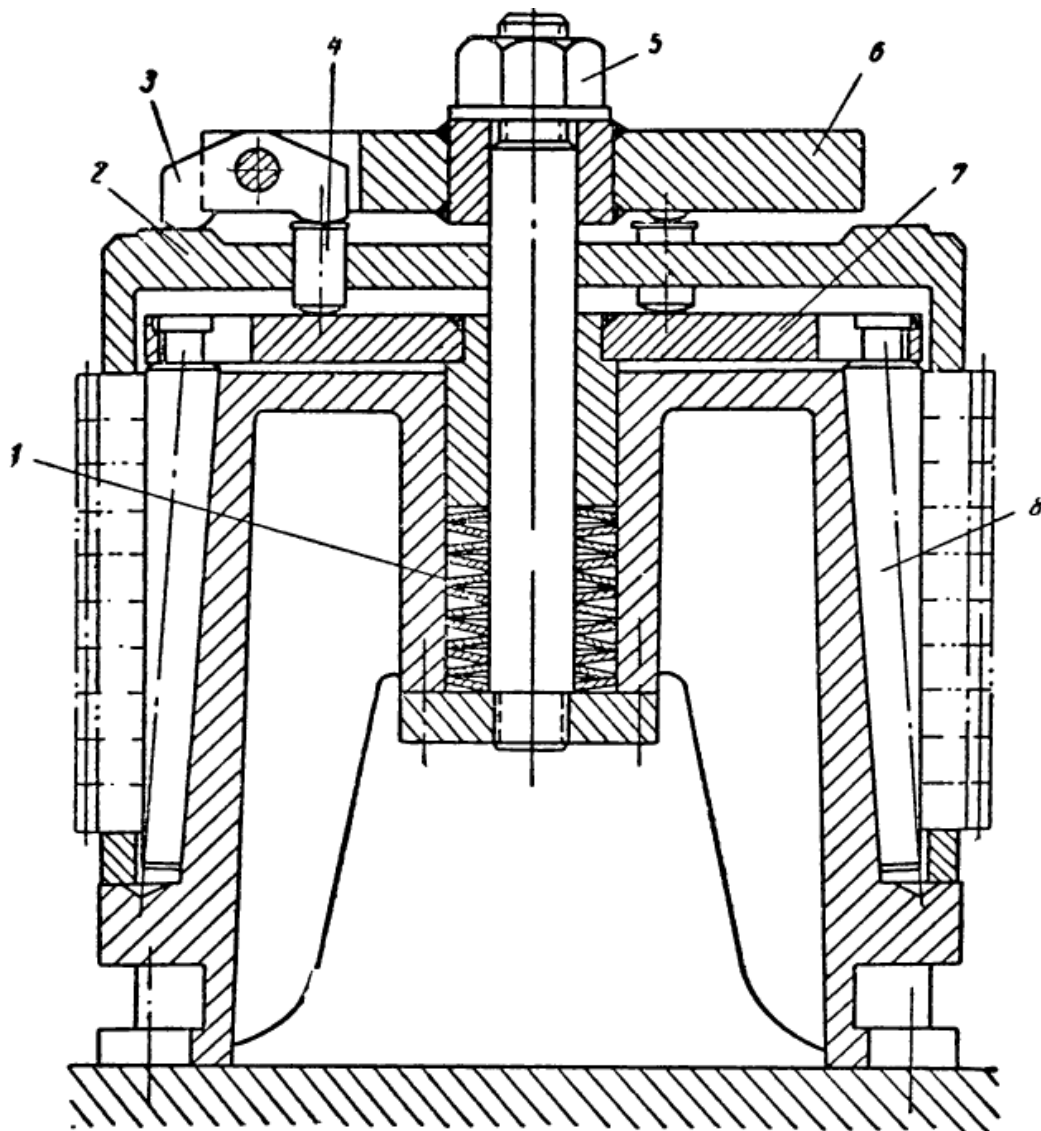


Рисунок 2 – Приспособление для установки деталей пакетом

Центрирование и зажим пакета деталей заблокированы и производятся от зажимной гайки 5. При затяжке гайка давит на фигурную планку 6 с установленными в ней на осях через 120° по окружности тремя прихватами 3. Прихваты давят на прижимную чашку 2 и одновременно на плунжеры 4. Под действием плунжеров опускается вниз диск 7, несущий клинья. Клинья центрируют обрабатываемые детали, а чашка 2 окончательно их зажимает.

При раскреплении система приходит в исходное положение под действием тарельчатых пружин 1.

2.3 Разработка схемы установки заготовки в приспособление и расчет погрешностей обработки

Рассмотрим габарит рабочего пространства станка, для определения оптимального количества одновременно обрабатываемых колес.

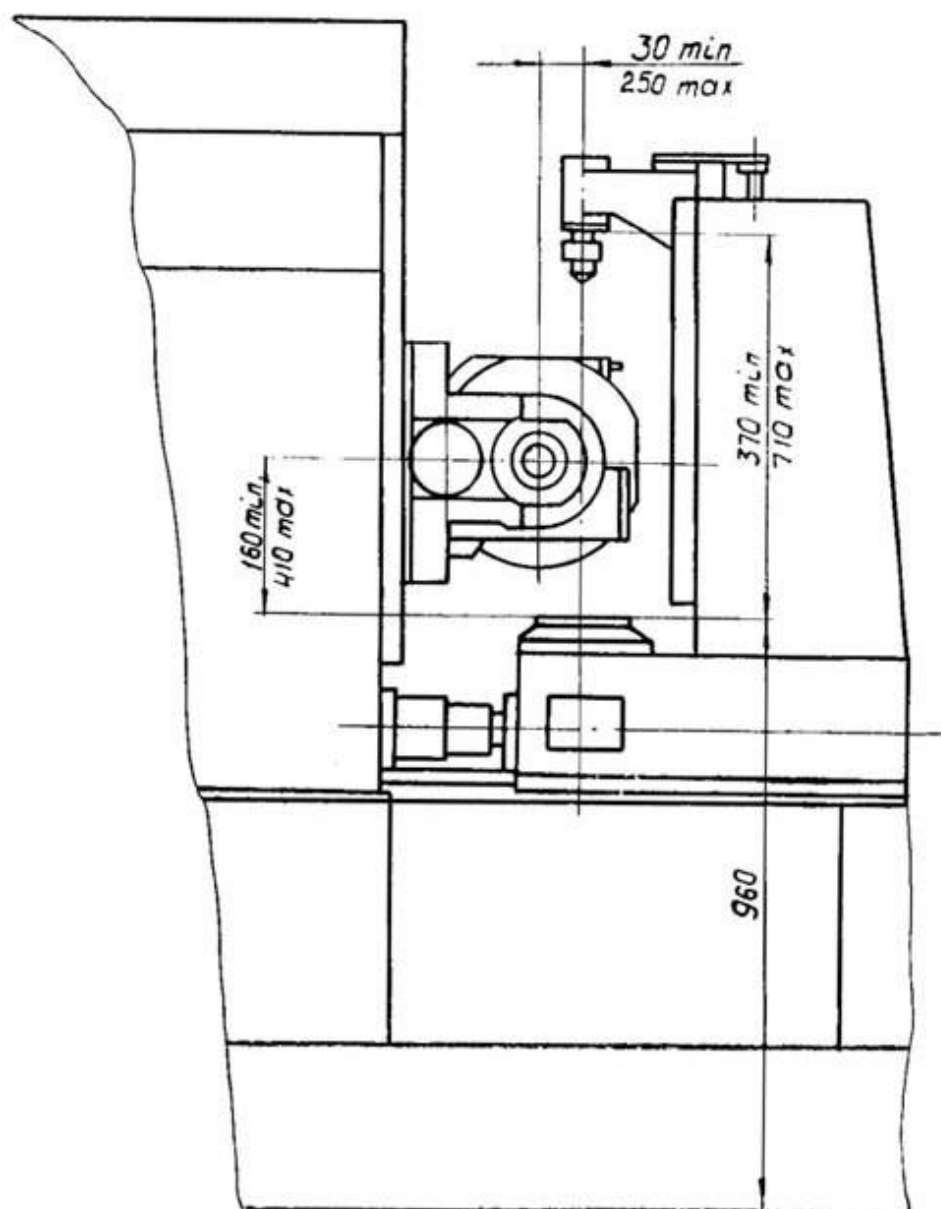


Рисунок 3 – габариты рабочего пространства
полуавтомата 53а30п

Высота зубчатого колеса 53мм, примем количество одновременно обрабатываемых колес – 2

Закрепление заготовки будет осуществляться по внутреннему диаметру.

Схему установки заготовок представим на рисунке:

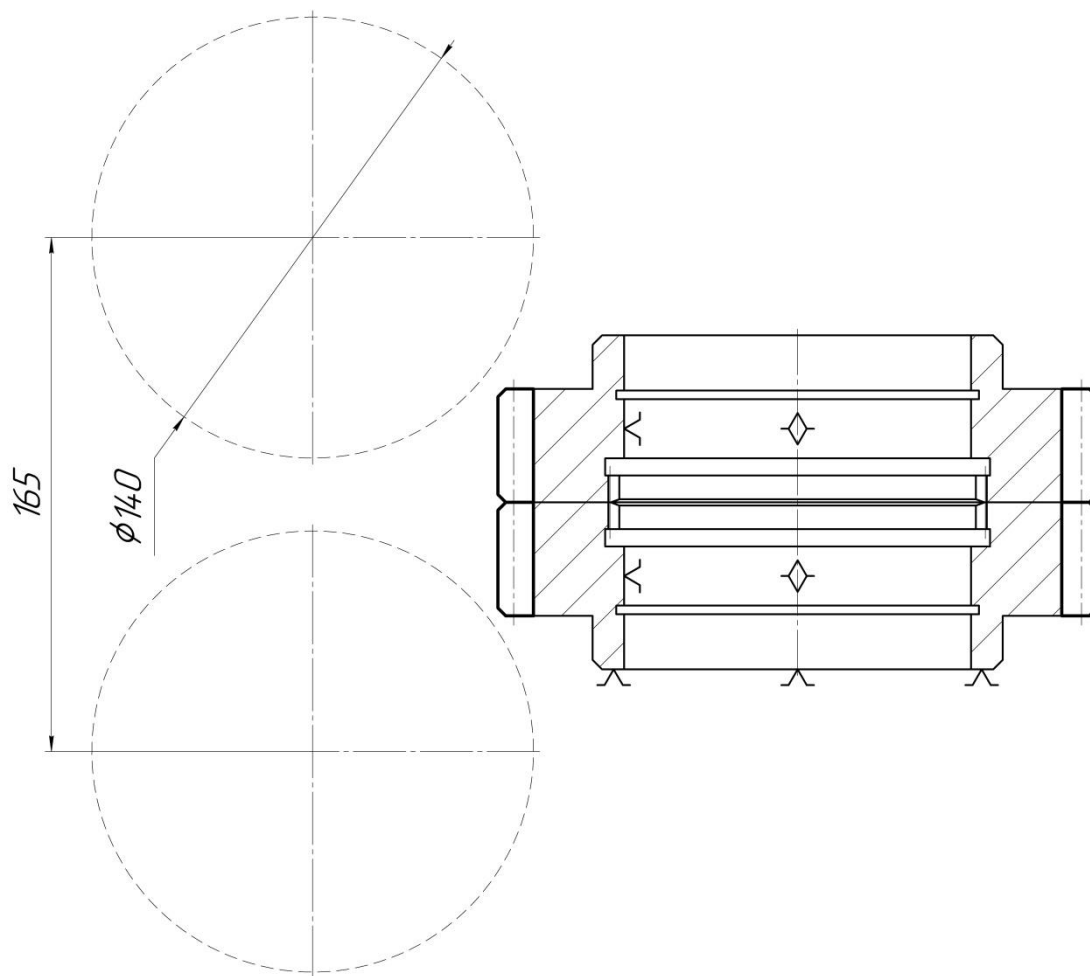


Рисунок 4 – схема установки заготовки в приспособление

На данной операции посадочный диаметр $\varnothing 109,5M10(-0,013/-0,153)$ мм;

Произведем расчет приспособления на точность:

Суммарная погрешность $\sum \varepsilon$ при обработке детали не должна превышать величину допуска T на размер, т.е. $\sum \varepsilon \leq T$.

Суммарная погрешность зависит от ряда факторов и складывается из погрешности базирования заготовки ε_6 , погрешности её закрепления ε_3 , погрешности связанной с установкой приспособления на станке ε_y , погрешности, связанной с износом элементов приспособления ε_{Π} , а также погрешности от перекоса инструмента ε_{Π} и погрешности, вызываемой другими факторами, не зависящими от приспособления. Тогда, если известна эта сумма, погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2},$$

где: K_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния случайных погрешностей от закона нормального распределения;

$K_{T1} = 0,8 - 0,85$ – коэффициент, учитывающий возможность уменьшения ε_6 при работе на настроенных станках;

$K_{T2} = 0,6 - 0,8$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки, вызванную факторами, не зависящими от приспособления;

ω – экономическая точность обработки.

Определим погрешность базирования детали

$$\varepsilon_6 = \frac{TD_{\text{отв}}}{2};$$

где $TD_{\text{отв}}$ – допуск на диаметр, мкм.

$$\varepsilon_6 = \frac{140}{2} = 70 \text{ мкм}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &= 220 - 1,1 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 70)^2 + 90^2 + 20^2 + 30^2 + 20^2 + (0,8 \cdot 90)^2} = \\ &= 70 \text{ мкм}; \end{aligned}$$

Следовательно, суммарная погрешность при обработке детали меньше допуска на получаемый размер.

2.4 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления

Произведем расчет режимов резания.

Глубина резания $t = 10$ мм – черновую обработку производят за один проход.

Подача на 1 оборот заготовки $S = 2,6 - 3$ мм/об. [7, табл. 52];

Скорость резания определим по формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v;$$

где D – диаметр заготовки;

T – стойкость зуборезного инструмента, мин;

S – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

C, C_ϑ – коэффициенты;

u, n, x, y – показатели степени.

Коэффициенты и показатели степени выбираются по [2].

$$\vartheta = \frac{320}{240^{0,33} \cdot 7,5^{0,2} \cdot 8^{0,5}} \cdot 0,9 = 28 \text{ м/мин} = 0,46 \text{ м/с}.$$

Определим мощность резания по формуле:

$$N = 10^{-3} \cdot C_N \cdot S^y \cdot m^x \cdot D^u \cdot z^q \cdot \vartheta \cdot K_N;$$

где D – диаметр заготовки;

z – количество зубьев фрезы, мин;

S – подача, мм/об;

m – модуль фрезы, мм;

ϑ – скорость резания, м/мин;

C, K – коэффициенты;

u, n, x, y – показатели степени.

$$N = 10^{-3} \cdot 124 \cdot 2,8^{0,9} \cdot 5^{1,7} \cdot 190^{-1} \cdot 36^0 \cdot 28 \cdot 1,1 = 0,789 \text{ кВт}.$$

2.5 Разработка расчетной схемы определение сил, действующих на заготовку при обработке

В процессе обработки силы действуют на заготовку в соответствии с рисунком 5:

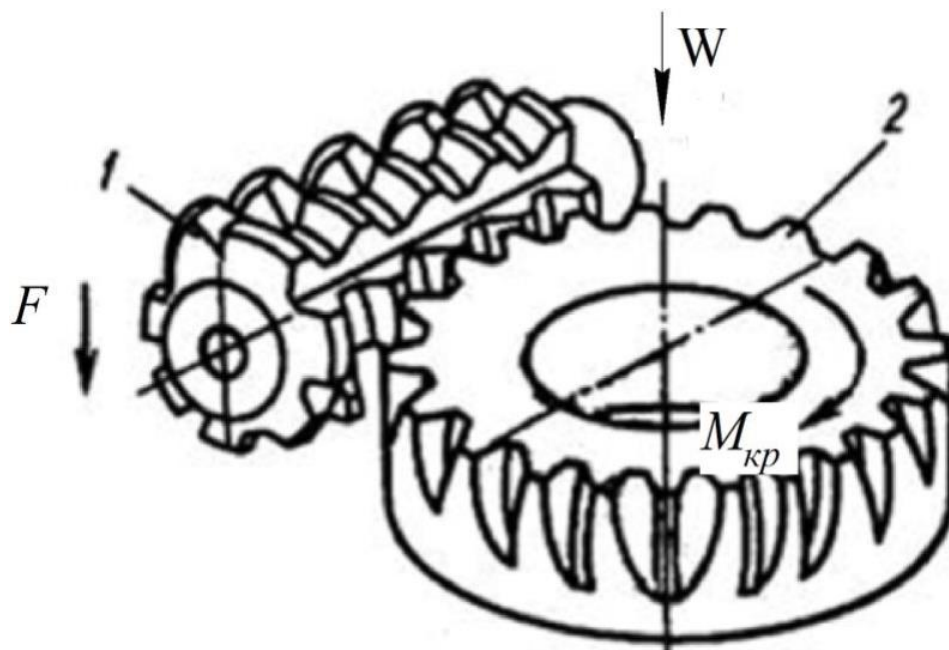


Рисунок 5 – расчетная схема сил
действующих на заготовку

Определим силу резания в процессе фрезерования:

$$F = \frac{N \cdot 1000}{v};$$

где N – мощность резания, кВт;

v – скорость резания, м/с.

$$F = \frac{0,789 \cdot 1000}{0,46} = 171,5 \text{ кг.}$$

Определим крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{F \cdot D}{2};$$

где F – сила резания, кг;

D – диаметр заготовки, мм.

$$M_{кр} = \frac{171,5 \cdot 190}{2} = 16292,5 \text{ кгс};$$

2.6 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене

Определим силу зажима на исполнительном механизме:

$$W = \frac{k \cdot M_{кр}}{0,33 \cdot f \cdot \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)};$$

где k – коэффициент запаса [8, табл. 64, 65]:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 =$$

$$= 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,65;$$

f – коэффициент трения = 0,25, [8, табл. 64, 65].

D и d – наружный и внутренний диаметры опорной поверхности детали.

$$W = \frac{3,65 \cdot 16292,5}{0,33 \cdot 0,25 \cdot \left(\frac{130^3 - 110^3}{130^2 - 110^2} \right)} = 4004,5 \text{ Н}$$

2.7 Выбор и расчет силового привода

В качестве силового привода будут использоваться тарельчатые пружины. Расчет данных пружин произведем согласно ГОСТ 3057-90. Выберем тарельчатую пружину 076:

Таблица 15 – параметры и размеры тарельчатой пружины

Номер пружины	Сила F_3 , Н	Наружный диаметр пружины D_1	Внутренний диаметр пружины D_2	Толщина пружины t	Максимальная деформация s_3	Сила F , Н, при деформации
						$0,4 s_3$
076	3550	45	25	1,5	1,5	1213

Выберем схему сборки пружин в пакеты исходя из необходимой силы на цанге (см. табл. 12 – ГОСТ 3057-90):

При параллельно-последовательной схеме сборки пакета из четырех параллельных пружин, усилие будет равно:

$$F_{п3} = K \cdot F_3 \cdot n_1 = 1,09 \cdot 3550 \cdot 4 = 15478 \text{ Н (при максимальной деформации);}$$

При деформации равной $0,3 s_3$, сила создаваемая данным пакетом равна:

$$F_{п3} \cdot 0,3 = 15478 \cdot 0,3 = 4643,4 \text{ Н,}$$

Примем количество пакетов = 4, тогда максимальная деформация пакетов будет равна:

$$S_{п3} = 8 \cdot s_3 = 4 \cdot 1 = 8 \text{ мм.}$$

Следственно для обеспечения необходимого усилия на штоке, нужно установить преднатяг в 2,4 мм.

2.8 Разработка чертежа общего вида приспособления

В данном разделе разработаем чертеж общего вида данного приспособления в программе КОМПАС-3D, чертеж приложим в приложении.

Раздел 3. Финансовый менеджмент

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Сотиболдиеву Собиржону Латиповичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: компьютер (50000р); лицензия КОМПАС-3D v17.1 HOME (1год – 1500р); лицензия MicrosoftOffice (4355р); энергетические ресурсы: ЭЭ (3,42 р/КВт)
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	5% расходы на совершение сделки купли-продажи; 10% - прочие расходы; 1,3 – районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НДС – 20%; Затраты на единый социальный налог (ЕЧН) – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Расчет коммерческого потенциала
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	График Ганта
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет ресурсной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График Ганта (Линейный график работ)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Криницына Зоя Васильевна	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Сотиболдиев Собиржон Латипович		16.12.2019

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данный раздел выполним в соответствии с учебно-методическим пособием [12].

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

3.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составим полный перечень проводимых работ, определим их исполнителей и рациональную продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 14.

Таблица 16 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Составление и утверждение плана работ	НР, И	НР – 100% И – 5%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 20% И – 100%
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	НР – 30% И – 100%
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	НР – 10% И – 100%
Выбор и расчет режимов резания	И	И – 100%
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	НР – 10% И – 100%
Расчет средства технологического обеспечения	И	И – 100%
Оформление комплекта технологической документации	И	И – 100%
Расчет социальной ответственности	И	И – 100%
Расчет финансового менеджмента	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

3.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами,

то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР

не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул.

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (3.1-a)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (3.1-b)$$

где: t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дн.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 3.1 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (5.2)$$

где: $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{\text{вн}} = 1$;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{\text{д}} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{кд}} = T_{\text{рд}} \cdot T_{\text{к}}, \quad (3.3)$$

где: $T_{\text{кд}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{\text{к}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{к}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вд}} - T_{\text{пд}}} \quad (3.4)$$

где: $T_{\text{кал}}$ – календарные дни ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вд}}$ – выходные дни ($T_{\text{вд}} = 52$);

$T_{\text{пд}}$ – праздничные дни ($T_{\text{пд}} = 14$).

$$T_{\text{к}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,2207$$

В таблице 5.2 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (3.1-а), при использовании формулы (5.1-б) необходимо вставить в таблицу дополнительный столбец для t_{prob} . Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{\text{д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} \cdot K_{\text{д}}$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на $T_{\text{к}}$ (здесь оно равно 1,2207). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над

проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{\text{КД}}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта – см. пример в табл. 5.3.

Таблица 17– Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.			
					Трд		Ткд	
		tmin	tmax	тож	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	2	4	2,8	3,36	-	4,0488	-
Составление и утверждение плана работ	НР, И	4	6	4,8	5,76	0,288	6,9408	0,34704
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	10	15	12	2,88	14,4	3,4704	17,352
Составление и согласование технологического маршрута	НР, И	4	8	5,6	2,688	6,72	3,23904	8,0976
Выбор средств технологического обеспечения	НР, И	4	6	4,8	0,864	5,76	1,04112	6,9408
Выбор и расчет режимов резания	И	2	4	2,8	-	3,36	-	4,0488
Оформление графического материала	И	6	8	6,8	-	8,16	-	9,8328
Выбор средства технологического обеспечения	НР, И	4	8	5,6	-	6,72	-	8,0976
Расчет средства технологического обеспечения	И	4	6	4,8	1,152	5,76	1,38816	6,9408
Оформление комплекта технологической документации	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Расчет финансового менеджмента	И	3	6	4,2	-	5,04	-	6,0732
Расчет социальной ответственности	И	2	6	3,6	-	4,32	-	5,2056
Подведение итогов	НР, И	2	6	3,6	2,592	4,32	3,12336	5,2056
Итого:				68,8	19,296	73,488	23,25168	88,55304

Таблица 18 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Январь		Февраль			Март			Апрель		
			10-20	31	10	20	29	10	20	31	10	20	30
1	4,0488	–	■										
2	6,9408	0,34704	■	■									
3	3,4704	17,352		■	■	■							
4	3,23904	8,0976			■	■	■						
5	1,04112	6,9408				■	■	■					
6	–	4,0488					■	■	■				
7	–	8,0976						■	■	■			
8	1,38816	6,9408							■	■	■		
9	–	5,2056								■	■	■	
10	–	5,2056									■	■	■
11	–	5,2056										■	■
12	3,12336	5,2056										■	■
13	–	6,0732											■

■ - НР

■ - И

3.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

3.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене

закупаемых материалов, как правило, это $5 \div 20 \%$. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 19 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб	Кол - во	Сумма, руб.
Услуги печати:			
A4	2	80	475
A3 (.cdw, .dwg)	35	1	
A1	50	3	
Брошюровка	130	1	
Канцелярия:			
тетрадь	20	1	115
ручка	80	1	
пишущий стержень	15	2	
Лицензия КОМПАС – 3D v17.1 HOME (1 год)	1 500	1	5 855
Microsoft Office 2019 Home&Student FPP	4 355	1	
Итого:			6 445

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 6445 + 5\% = 6767,25 \text{ руб.}$$

3.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Величины месячных окладов (МО) для сотрудников ТПУ можно получить из приложения 1. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 25,083 \quad (4.6)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 5.6. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 5.2. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,118$; $K_p = 1,3$ [6]. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{доп.ЗП}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{и} = 1,62$.

Расчет заработной платы представим в виде таблицы:

Таблица 20 – затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб. день	Затраты времени, раб. дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	35 120	1400,152	19	1,699	45 198,307
И	26 300	1048,519	74	1,62	125 696,458
Итого					170 894,765

3.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на социальные нужды, включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зп} * 0,3$ [6]. Итак, в нашем случае

$$C_{соц.} = 170894,765 * 0,3 = 51268,4295 \text{ руб.}$$

3.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле [6]:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э} \quad (3.7)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_\text{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Так как работа на 99% выполнялась на домашнем ПК тариф одноставочный на электроэнергию для населения (на первое полугодие 2020года) $\text{Ц}_\text{э} = 3,42$ руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 5.2 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (3.8)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_C \quad (3.9)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей представим в виде таблицы:

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $\text{Э}_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	592·0,8	0,539	873,025

3.2.5 Расчет амортизационных отчислений

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot Ц_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_D}, \quad (3.10)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта [6];

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования $\equiv C_A$. Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение C_A из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная C_A , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 50000 руб., время использования 592 часа, тогда для него начисленная амортизация составит:

$$C_{\text{ам}} = \frac{0,4 \cdot 50000 \cdot 592 \cdot 1}{2408} = 4916,944 \text{ руб.}$$

3.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1$$

Для нашего примера это:

$$C_{\text{проч.}} = (6767,25 + 170894,765 + 53268,429 + 873,025 + 4916,944) \cdot 0,1 = \\ = 23672,041 \text{ руб.}$$

3.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта (представим в виде таблицы 6)

Таблица 22 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	6 767,25
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	170 894,765
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	53 268,429
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	873,025
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4916,944
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	23 672,041
Итого:		260 392,454

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 260\,392,454$ руб.

3.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель не располагает данными для применения сложных методов, то прибыль следует принять в

размере 5-20% от себестоимости проекта. В нашем проекте прибыль будет составлять 52 078,491 (20%) от расходов на разработку проекта.

3.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае НДС составит:

$$(260392,454 + 52078,491) \cdot 0,2 = 62494,189 \text{ руб.}$$

3.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 260392,454 + 52078,491 + 62494,189 = 374965,134 \text{ руб.}$$

3.3 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие, организацию, отраслевую, региональную социально-экономическую систему и т.п. (т.н. объекты инвестиций) с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риска и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих

стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;
- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;
- соответствие финансовым возможностям инвестора;
- правовая обеспеченность проекта;
- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге про ранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Каждый из таких показателей, представляет собой количественную модель соотнесения величины инвестиций в проект с адекватным им экономическим результатом (эффектом), при этом и те и другие могут носить распределенный в календарном времени характер.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого

эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

В зависимости от того, в какой сфере и форме проявляется эффект различают следующие его виды: бюджетный, народнохозяйственный, коммерческий. Адекватно различаются виды эффективности инвестирования.

Первый связан с последствиями осуществления проекта для федерального, регионального и местного бюджетов. Это могут быть изменения налоговых поступлений, поступлений за пользование природными ресурсами, поступлений таможенных пошлин и акцизов по продукции, производимой в соответствии с проектом, снижение затрат бюджета на субсидирование отдельных производств и т.п.

Второй отражает результаты реализации проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства, а также участвующих в нем регионов, отраслей и организаций. Он обычно проявляется в увеличении выручки от реализации продукции, снижении затрат на ее производство и эксплуатацию, на управление производством и т.д.

Третий отражает финансовые последствия проекта для его участников – изменение финансовых результатов их деятельности, уровня капитализации участников проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

3.3.1 Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP, тем эффективнее проект. Использование показателя

предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций.

Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}},$$

Где: I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

(2.10) применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация (2.11)

$$PP = n_{\text{ц}_j} + \frac{\Delta PP_{\text{ч}_j}}{PP_{\text{ч}_{j+1}}},$$

Где: $n_{\text{ц}_j}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PP_{\text{ч}_j}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{\text{ц}_j}$ лет реализации проекта;

$PP_{\text{ч}_{j+1}}$ – прибыль за период, следующий за $n_{\text{ц}_j}$ -м.

Величину инвестиций назначим исходя из технико–экономических показателей технологического процесса (см. табл. 9,10).

Произведем расчет и представим его в виде таблицы 21

Таблица 23 – Накопленные денежные поступления по проекту

Год	Инвестиции	Прибыль	Накопленный денежный поток
0	-12	0	-12
1	-	5	-7
2	-	4	-3
3	-	3	0
4	-	2	2
5	-	2	4

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0) от инвестированной суммы в 12 млн. руб., следовательно, $n_{цj}=3$.

Тогда $\frac{\Delta PR_{чj}}{PR_{чj+1}} = 0/2 = 0$; следовательно, $PP \approx 3$ года.

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата. Поэтому наряду с PP целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле

$$NPV = \sum_{j=1}^n PR_{чj} - I_0$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода. Очевидно, что в итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $PR_{чj}$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени. В этом случае при расчете по формулам вместо величин $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ следует использовать их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta PR_{чj}$ и $PR_{чj+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств). Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $n_{цj}$ также

используются дисконтированные значения ежегодной прибыли. Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов. В таблице 19 показано, как определяется значение РР для тех же исходных данных, что и в таблице 18, но с учетом убывания реальной стоимости результатов в будущие периоды (годы) относительно периода инвестирования – чем дальше в будущее, тем она меньше на единицу номинального эффекта, принято, что $i = 0,1$.

Таблица 24 – Расчет дисконтированного срока окупаемости

Год	Инвестиции	Номинальная прибыль	Коэффициент дисконтирования $1/(1+0,1)$	Дисконтированная прибыль	Накопленный денежный поток
0	-12	0	1	0	-12
1	-	5	0,9091	4,5455	-7,4545
2	-	4	0,8264	3,3056	-4,1489
3	-	3	0,7513	2,2539	-1,895
4	-	2	0,683	1,366	-0,529
5	-	2	0,6209	1,2418	0,7128

Здесь 4-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,529) от инвестированной суммы в 2 млн. руб., следовательно,

$n_{ц_j}=4$. Тогда $\frac{\Delta \Pi_{ц_j}}{\Pi_{ц_{j+1}}} = 0,529/0,7128 = 0,742$; следовательно, $РР \approx 4,742$ года.

Заключение

В данной части работы были произведена организация и планирование работ, расчет сметы затрат на выполнение проекта, и оценка экономической эффективности проекта. В ходе данного раздела была определена цена научно исследовательской работы, она составила 374965,134 руб; определен срок окупаемости инвестиций с учетом изменения ценности денег во времени, он составил 4,724 года.

Раздел 4. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Сотиболдиеву Собиржону Латиповичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс изготовления детали типа «Колесо зубчатое»
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> — специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; — организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	- Условия труда должны отвечать всем требованиям международных стандартов в области охраны труда. - Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89, СНиП II-89-80. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)
2. Профессиональная производственная безопасность: 2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2 Анализ выявленных вредных и опасных факторов которые могут возникнуть при внедрении разработки на производство 2.3 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов	Наличие в воздухе аэрозолей; Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека; Повышенный уровень шума на рабочем месте; Повышенный уровень вибрации; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Отклонение показателей микроклимата;
3. Экологическая безопасность:	Область воздействия на атмосферу, гидросферу, литосферу не значительны
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для производственного цеха является пожар. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент, кафедры ООД	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Сотиболдиев Собиржон Латипович		16.12.2019

Введение

Данная глава посвящена обеспечению безопасных условий труда при производстве детали «Колесо зубчатое». В качестве объекта исследования был выбран технологический процесс изготовления детали.

При выполнении данного раздела воспользуемся структурой раздела по варианту 1-3 [13. прил. 1]

При производстве детали «Колесо зубчатое» присутствуют следующие этапы: обработка на металлорежущих станках; термообработка; химико-термическая. В ходе работы необходимо обеспечить безопасность жизни и здоровья персонала, который производит работу на планируемом предприятии.

«Колесо зубчатое» - составляющая часть различной механической передачи, может использоваться во всевозможных механизмах (КПП, редуктора, привод подъема и т.д.).

Географическим местоположением места выполнения работ примем место обучения – Томская область.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ст. 37 Конституции Российской Федерации каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены. Однако многие работники по ряду причин вынуждены трудиться на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными условиями труда, т. е. не отвечающих требованиям выше названной статьи.

Работнику, занятому в таких условиях, должны полагаться различного рода компенсации, которые в той или иной мере уменьшают вред, наносимый его здоровью, или помогают его восстановлению.

Перечислим компенсации, на которые имеют право работники.

1. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и (или) опасными и иными особыми условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными

ставками, окладами (должностными окладами), предусмотренными в отношении различных видов работ с нормальными условиями труда (ст. 147 ТК РФ).

2. Продолжительность рабочего времени работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, не может превышать 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ).

3. Работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (на работах, связанных с неблагоприятным воздействием на здоровье человека вредных физических, химических, биологических и иных факторов) предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск (ст. 117 ТК РФ).

4. Работники, занятые на тяжелых работах и работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в т. ч. на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (ст. 213 ТК РФ).

5. На работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, работникам бесплатно выдаются сертифицированные специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (далее – СИЗ), а также смывающие и (или) обезвреживающие средства в соответствии с типовыми нормами (ст. 221 ТК РФ).

6. На работах с вредными условиями труда работникам выдаются бесплатно по установленным нормам молоко или другие равноценные пищевые продукты. Их выдача работникам по письменным заявлениям последних может быть заменена компенсационной выплатой в размере, эквивалентном стоимости молока или других равноценных пищевых продуктов, если это предусмотрено коллективным договором и (или) трудовым договором. На работах с особо вредными условиями труда

работникам предоставляется бесплатно по установленным нормам лечебно-профилактическое питание (ст. 222 ТК РФ).

7. В соответствии с пенсионным законодательством работники, проработавшие в особых условиях определенный период времени, пользуются правом на досрочный выход на пенсию по возрасту (ст. 27, 28 Федерального закона от 17.12.2001 № 173-ФЗ «О трудовых пенсиях в Российской Федерации»; далее – Закон № 173-ФЗ).

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на металлообрабатывающем производстве по производству колес зубчатых воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003- 2015. Проанализировав опасные и вредные факторы на данном производстве, представим в виде таблицы 25.

Таблица 25 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аэрозольным составом воздуха	-	+	-	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха СП 60.13330.2012 [15].
2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+	+	Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов ГОСТ 12.1.038-82 [16].
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	Уровень шума на рабочих местах СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [17]
4. Повышенный уровень вибрации	-	+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий СН 2.2.4/2.1.8.566–96 [18]
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Естественное и искусственное освещение СП 52.13330.2016 [19]
6. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. СП 52.13330.2016 [19]
7. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений СанПиН 2.2.4.548–96 [20]
8. Недопустимые санитарные условия для помещения рабочей зоны	+	+	+	Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СП 2.2.1.1312-03 [21]

4.2 Профессиональная социальная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при внедрении технологического процесса на производство

Произведем анализ вредных и опасных факторов:

1. Вследствие производственной деятельности в воздушную среду помещений могут поступать разнообразные вредные вещества, которые используются в технологических процессах. В данном производстве детали

«Колесо зубчатое» используются специальные СОЖ, отработанные масла, которые подаются в зону резания для охлаждения режущего инструмента и заготовки, в процессе обработки режущий инструмент может разогреваться до высоких температур (быстрорежущая сталь до 620°C, твердый сплав до 900°C), что приводит к испарению данных веществ, что негативно сказывается на здоровье рабочих.

Производственная пыль достаточно распространенный опасный и вредный производственный фактор. Пыль может оказывать на человека фиброгенное воздействие, при котором в легких происходит разрастание соединительных тканей, которое нарушает нормальное строение и функцию органа. Вред производственной пыли обусловлен ее способностью вызывать профессиональные заболевания легких, в первую очередь пневмокониозы. В данном планируемом производстве детали «Колесо зубчатое» особо вредными участками являются химико-термический.

Производственные помещения, а так же расположенные в них воздуховоды вентиляции должны очищаться от пыли, чтобы количество взвешенной в воздухе и осевшей пыли не должно превышать нормативы согласно ГН 2.1.6.695-98.

2. Электробезопасность. В данном технологическом процессе: изготовления детали типа колесо зубчатое всё оборудование работает от электрической сети, в связи с чем необходимо обезопасить рабочий персонал от возможного контакта с токоведущими частями оборудования.

Основными причинами электротравматизма являются:

- Возможность прикосновения к незащищенным токоведущим частям (необходимо изолировать такие части в специальных электрических шкафах);
- Несогласованные и ошибочные действия персонала. Например, подача напряжения на установку где работают люди

(осуществляется ремонт). Необходимо проведение периодически повторяющихся инструктажей по электробезопасности.

Необходимо руководствоваться ГОСТ 12.1.019-2017 для обеспечения электробезопасности при производстве «Колеса зубчатого».

3. Шум. Источником шума и вибрации являются металлорежущие станки, электродвигатели, краны и т.д. которые в процессе своей работы являются раздражителями органов слуха и нервной системы. Технологические участки, на которых присутствует повышенный шум: токарный, зубообрабатывающий, шлифовальный.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на все органы и системы целостного организма, вызывая разнообразные физиологические изменения.

Шум действует на организм как стресс-фактор, вызывает изменение звукового анализатора, а также, благодаря тесной связи слуховой системы с многочисленными нервными центрами на самом различном уровне, происходят глубокие изменения в центральной нервной системе.

Наиболее опасно длительное действие шума, при котором возможно развитие шумовой болезни - общего заболевания организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечно - сосудистой систем.

4. Вибрация. Источником вибрации в производственном процессе изготовления «Колеса зубчатого» является все металлообрабатывающее оборудование, это связано с необходимостью менять направление рабочих подач, остановкой/пуском электродвигателей, износом режущего инструмента и т.д.

Вибрация оказывает негативные влияния на следующие органы человека: нейрососудистой, нервно-мышечной систем, опорно-двигательного аппарата, может привести к изменению обмена веществ в организме и т.д.

Может возникнуть вибрационная болезнь, при которой наиболее часто страдает центрально нервная система, которая связана с комбинированным воздействием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам.

5,6. Неправильное организованное освещение рабочих мест и рабочих зон, в производственном цеху, где производится «Колесо зубчатое», не только утомляет зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Недостаточное освещение, слепящие источники света и резкие тени от оборудования и других предметов притупляют внимание, вызывают ухудшение или потерю ориентации работающего, что может быть причиной травматизма. Установлено, что неудовлетворительное освещение является причиной примерно 5% несчастных случаев на производстве. При недостаточной освещенности сокращается время ясного видения — время, в течение которого глаз человека сохраняет способность различать рассматриваемый объект. Нормативы освещения рабочих мест в цехах промышленного предприятия в соответствии с ВСН 196-83:

Таблица 26 – Нормы освещения механических и инструментальных цехов, цехов оснастки

№	Освещаемые объекты	Освещенность рабочих поверхностей, лк
1	ОТК	750
2	Механические цехи, отделения, участки: разметочный стол, слесарные работы, работа с чертежами	500
3	Общий уровень освещенности механических цехов	200
4	Термические печи, закалочные ванны, ванны охлаждения	200
5	Общий уровень освещенности по термическому цеху	150

7,8. Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте. При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения

механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [13].

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 оптимальными показателями микроклимата являются:

Таблица 27 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIa (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Несоответствие микроклимата в течение продолжительного времени может привести к снижению иммунитета; в зимнее время года в отапливаемых помещениях снижается влажность воздуха, что приводит к сухости слизистых оболочек рта, носа и глаз, снижению иммунитета, что способствует к возникновению респираторных заболеваний (ОРВИ, ГРИПП и т.д.). Кроме того, длительное нахождение в условиях пониженной влажности воздуха приводит к раннему старению кожных покровов.

Оптимальные показатели в холодный период года: температура воздуха в помещении: 21-23°С; влажность 60-40%; скорость движения воздуха 0,1

м/с; в теплый период года: температура воздуха в помещении: 22-24°C; влажность 60-40%; скорость движения воздуха 0,1 м/с

Вредным участком является участок термообработки.

4.2.2 Обоснование мероприятий по защите персонала предприятия от действия опасных и вредных факторов

Для минимизации вредных воздействий на организм в процессе изготовления детали «Колесо зубчатое», необходимо принять следующие меры:

1. Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения, в котором осуществляется термообработка колеса зубчатого и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В технологическом процессе изготовления колеса зубчатого необходимо применять обще обменную приточно-вытяжную вентиляцию для всех производственных участков, а так же оснастить местной вентиляцией следующий участок: термо-химический.

2. Для предотвращения поражения электрическим током все металлорежущее оборудование, применяемое в технологическом процессе изготовления детали «Колесо зубчатое», должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели необходимо изолировать. В электрических шкафах необходимо применять защитно - отключающие устройства. Недоступность токоведущих частей электроустановок необходимо обеспечить размещением их на необходимой высоте, оснастить ограждением от случайных соприкосновений.

3. Для борьбы с шумом на производственных участках (заготовительном, токарном, зубообрабатывающем, шлифовальном) необходимо использовать коллективные и индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам относятся: беруши и противοшумные наушники. К коллективным средствам защиты относятся акустические экраны, звукоизолирующие кожухи, так же применяют звукопоглощающие

облицовки для технологического оборудования. При проектировании производственных участков технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое» следует отделять малошумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума.

4. К способам борьбы с вибрацией относятся снижение вибрации в источнике (улучшение конструкции машин, статическая и динамическая балансировка вращающихся частей машин), виброгашение (увеличение эффективной массы путем присоединения машины к фундаменту), виброизоляция (применение виброизоляторов пружинных, гидравлических, пневматических, резиновых и др.) вибродемпфирование (применение материалов с большим внутренним трением), применение индивидуальных средств защиты (виброзащитные обувь, перчатки со специальными упруго-демпфирующими элементами, поглощающими вибрацию) [13].

5, 6. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СП 52.13330.2016. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%. Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Так как освещённость, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещённости необходимо применять комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания необходимо располагать в верхней зоне помещения и непосредственной близости рабочей зоны.

7, 8. Для благоприятного микроклимата на рабочих участках технологического процесса изготовления колеса зубчатого необходимо оснастить кондиционерным оборудованием. На участке термообработки необходимо обеспечить работника специальными средствами защиты (СИЗ) такими как жаропрочные перчатки; защитный фартук.

4.3 Экологическая безопасность.

Разработанный технологический процесс обработки колеса зубчатого не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу.

В процессе производства образуются отходы, которые при соответствующей обработке могут быть использованы повторно, для промышленной продукции. Отработанную СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу, которая получена на токарных, зубообрабатывающих и шлифовальной операции, можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СП 32.13330.2012. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль, по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка прессуется в брикеты для дальнейшей переработки на металлургическом заводе.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации можно разделить на три основные группы:

- ЧС техногенного характера (пожары, взрывы, обрушение зданий, различные выбросы РВ, БОВ, АХОВ (радиоактивных веществ, биологически опасных веществ, аварийно химических веществ) и т.д.);
- ЧС природного характера (геофизические – землетрясения, извержения вулканов; метеорологические – бури, ураганы, смерчи; гидрологические – цунами, половодье и т.д.; природные пожары);
- ЧС экологического характера (эрозия, опустынивание, разрушение озонового слоя, загрязнение водной среды).

Наиболее вероятной ЧС при производстве колеса зубчатого является возникновение пожара при несоблюдении норм пожарной безопасности на рабочем месте или в подсобном помещении или вследствие короткого замыкания.

Порядок действий должностного лица ответственного за пожарную безопасность, при возникновении пожара (согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года N 390, дополнено 20 сентября 2019 года):

- Дублирует информацию о пожаре, ставит в известность вышестоящее начальство;
- Организует спасение людей из зоны пожара;
- Отвечает за отключение электроэнергии, остановку работы всех устройств и оборудования, технологических процессов производства, прекращение всех остальных видов работ (кроме тех, которые связаны с ликвидацией возгорания);
- Удаляет на безопасное расстояние всех людей, не принимающих участие в пожаротушении;
- Осуществляет руководство до прибытия работников МЧС;
- Следит за безопасностью работников, осуществляющих тушение огня, от поражения током, удушья, ожогов и т.д.;
- Одновременно организует перевозку ценного оборудования, имущества предприятия.

Для предотвращения ЧС в виде пожара необходимо использовать следующие меры:

- Утвердить ответственное лицо/отдел организующую работу по обеспечению противопожарной безопасности на производстве;
- Производить подробный инструктаж для сотрудников по пожарной безопасности;

- Обеспечить помещения предприятия средствами тушения возгораний, а так же автоматическими средствами по обнаружению возгораний;
- Отведение специальных мест для курения;
- Разработать и разместить планы эвакуации при пожаре на видных местах.

Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе проделанной работы было выявлено: в данном проекте присутствует особо вредный технологический участок – химико-термический. Были выявлены участки с вредными производственными факторами, разработаны меры по уменьшению вредного воздействия на здоровье людей, участвующих в процессе изготовления детали «Колесо зубчатое». Так же были предложены меры по предотвращению наиболее вероятной ЧС в Томской области – пожар. Предложенные методы из этого раздела возможно внедрить на производство, при этом потребуются задействовать дополнительные финансовые затраты, которые увеличат конечную стоимость детали, но сохранит здоровье рабочих, которые задействованы при производстве колеса зубчатого.

Список использованных источников

1. Технология машиностроения (специальная часть): Учебник для машиностроительных специальностей вузов/А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчук, И.М. Колесов и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 480 с.: ил.
2. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
3. Маталин А.А. Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 512 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
4. Типовые технологические процессы механической обработки зубчатых колес: Методические указания к курсовой работе по технологии машиностроения / Сост. Н.Н. Ситов, А.М. Пейсахов; СПбГТУРП: СПб., 2015, 59 с.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
8. Сильвестров Б.Н. Справочник молодого зуборезчика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988 – 230 с. ил.
9. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
10. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Под ред. А.Ф. Горбачевича. Минск, «Высшая школа», 1975.

11. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции: Издание 3-е, стереотипное. Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ» МОСКВА 1966 ЛЕНИНГРАД - 650 с.
12. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
13. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
14. Белов, Сергей Викторович. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник для академического бакалавриата / С.В. Белов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт ИД Юрайт, 2015. – 703 с.
15. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
16. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1).
17. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36).
18. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566–96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.

20. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

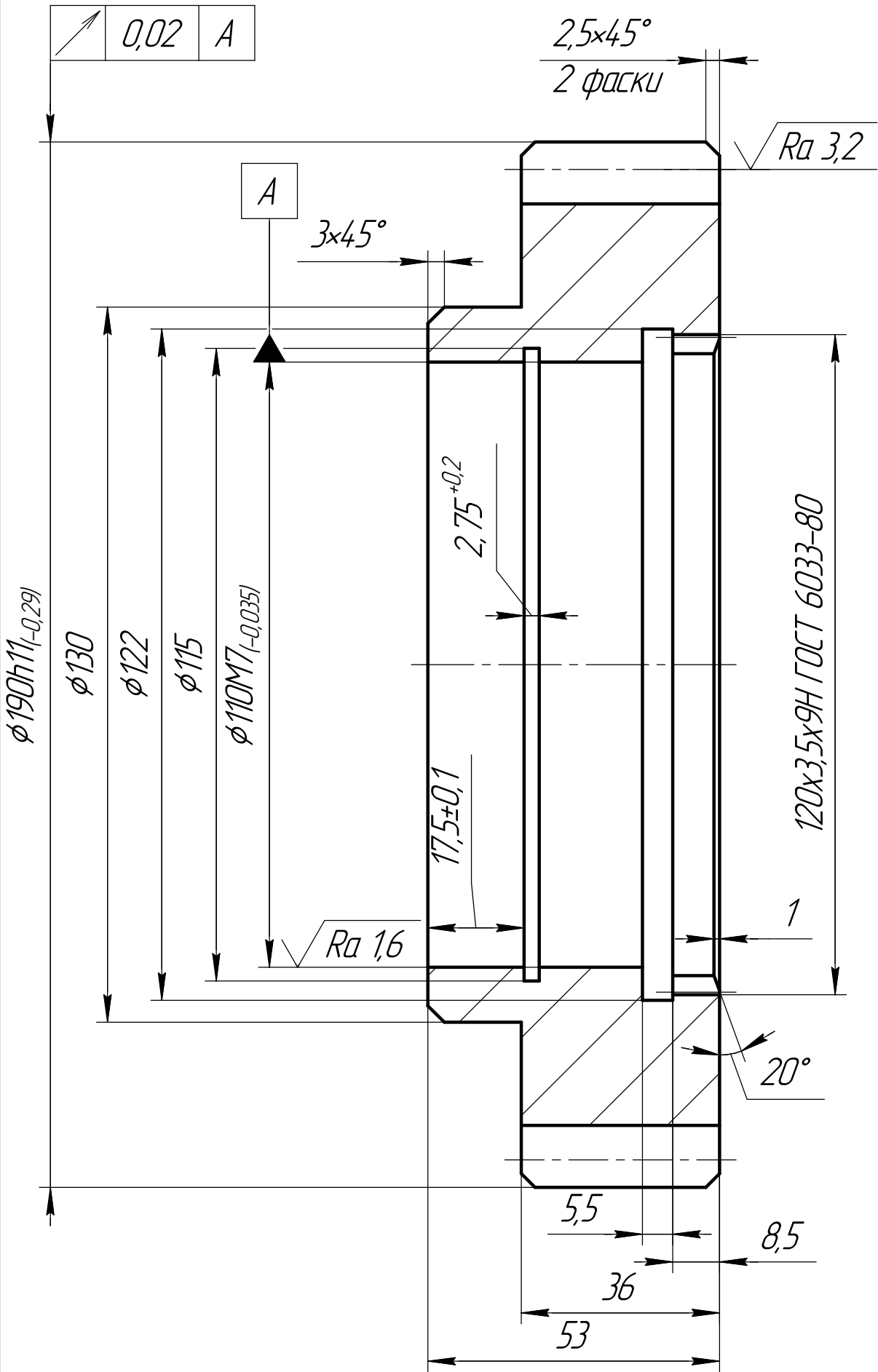
21. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий.

Приложение

✓ Ra 6,3 (✓)

ИШНПТ-0025.01.00.04

Спроб. №		Перв. примен.	
Подп. и дата		Инв. № докл.	
Инв. № подл.		Взам. инв. №	
Подп. и дата		Инв. № докл.	
Подп. и дата		Инв. № докл.	



Модуль	m	5
Число зубьев	z	36
Угол наклона зуба	-	-
Направление зуба	-	прямое
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81
Коэффициент смещения	x	0
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С
Длина общей нормали	W	$54,183_{-0,18}^{-0,08}$
Делительный диаметр	d	180
Шаг зацепления	P_o	14,761

Эвольвентные шлицы		
Модуль	m	3,5
Кол-во зубьев	z	34
Козф. смещения	x	-0,4071
Толщина зуба	e	$3,853^{+0,09}$
Длина общей нормали	W	$56,488_{+0,029}^{+0,078}$
Диаметр вершин	D_a	113H11
Диаметр впадин	D_1	120H14

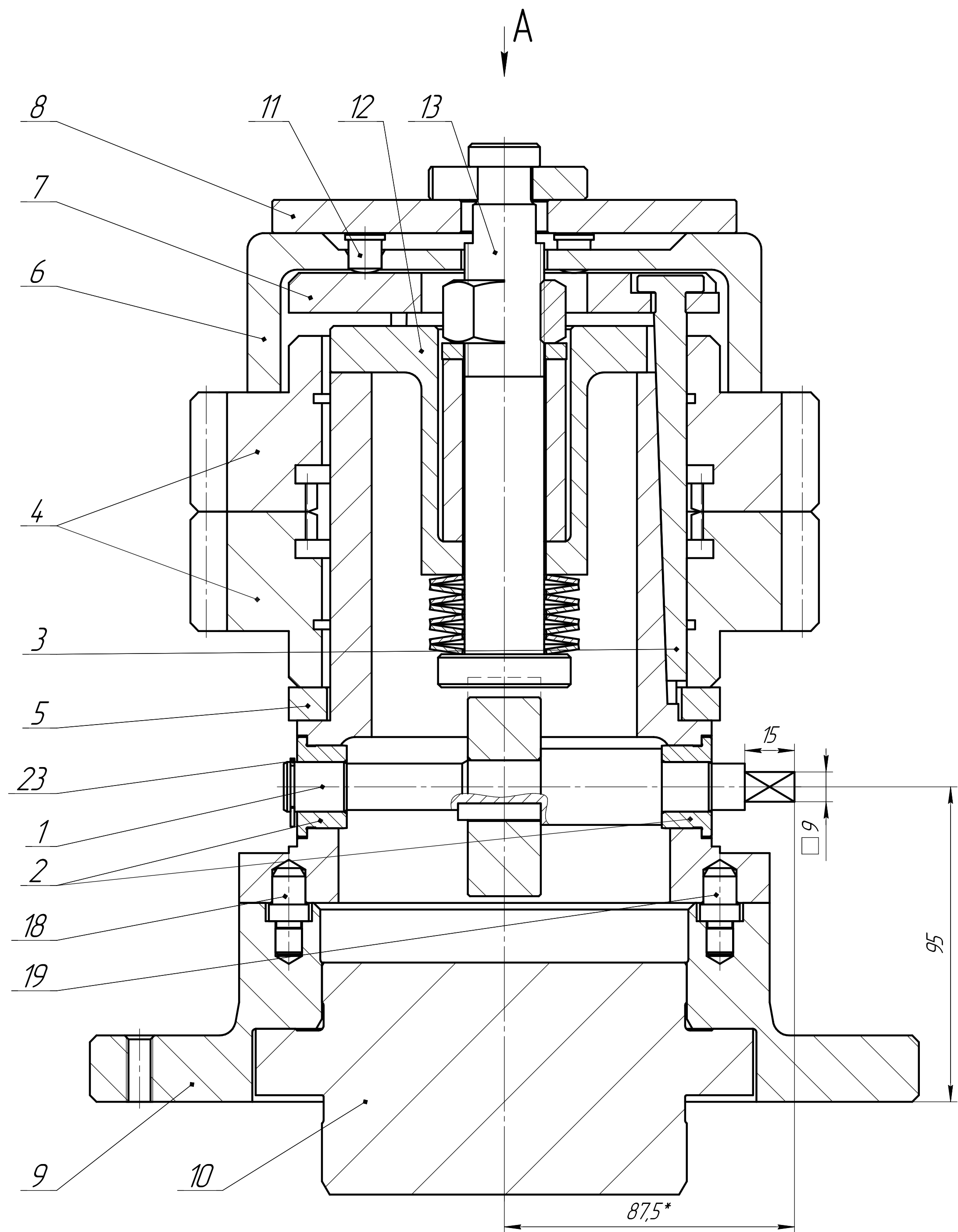
1 38...42 HRC, (354...393 HB);

2 Неуказанные предельные отклонения размеров по H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

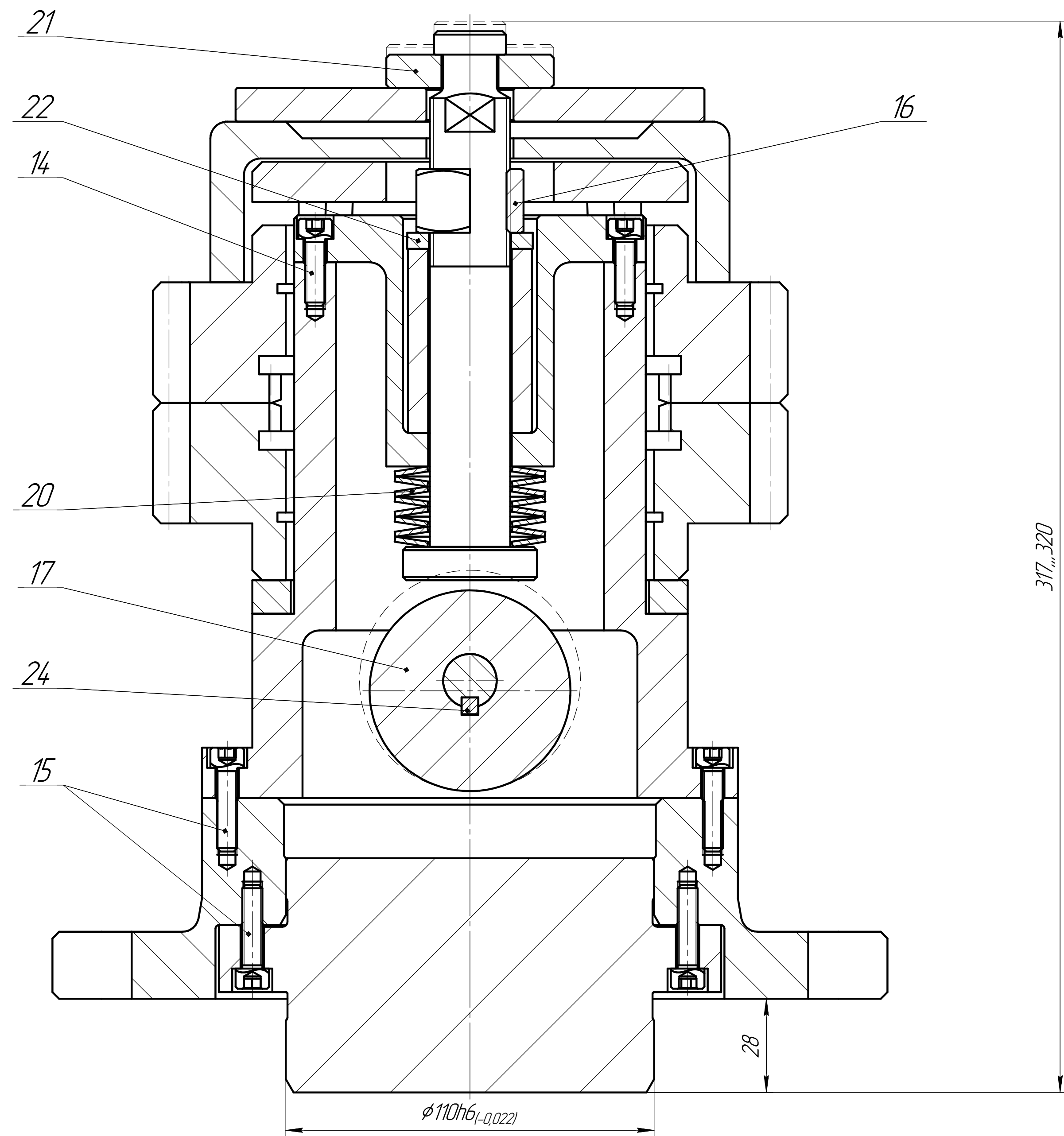
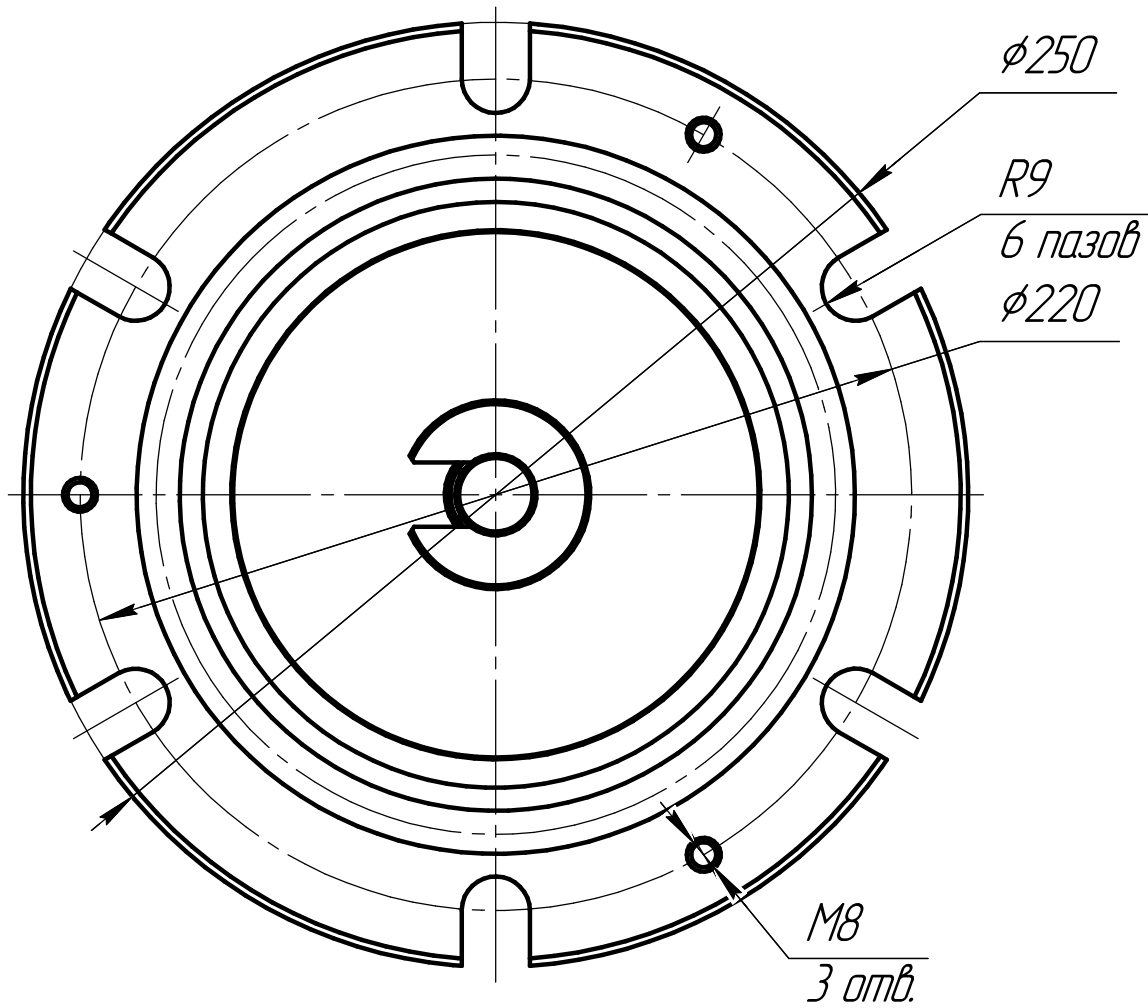
					ИШНПТ-0025.01.00.04					
					Колесо зубчатое			Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						
Разраб.	Сатибадиев С.Л.							у	4,69	1:1
Проб.	Черкасов А.И.									
Т.контр.										
								Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016					
Утв.										

Копировал

Формат А3



A(1:2)



ИШНПТ-0025.01.00.00 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Приспособление многоместное сборочный чертеж				у	28,65	1:1
				Лист	Листов	1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Сотрудник ИИ				
Проб.		Черкасов АИ				
Т.контр.						
И.контр.						
Удт.						

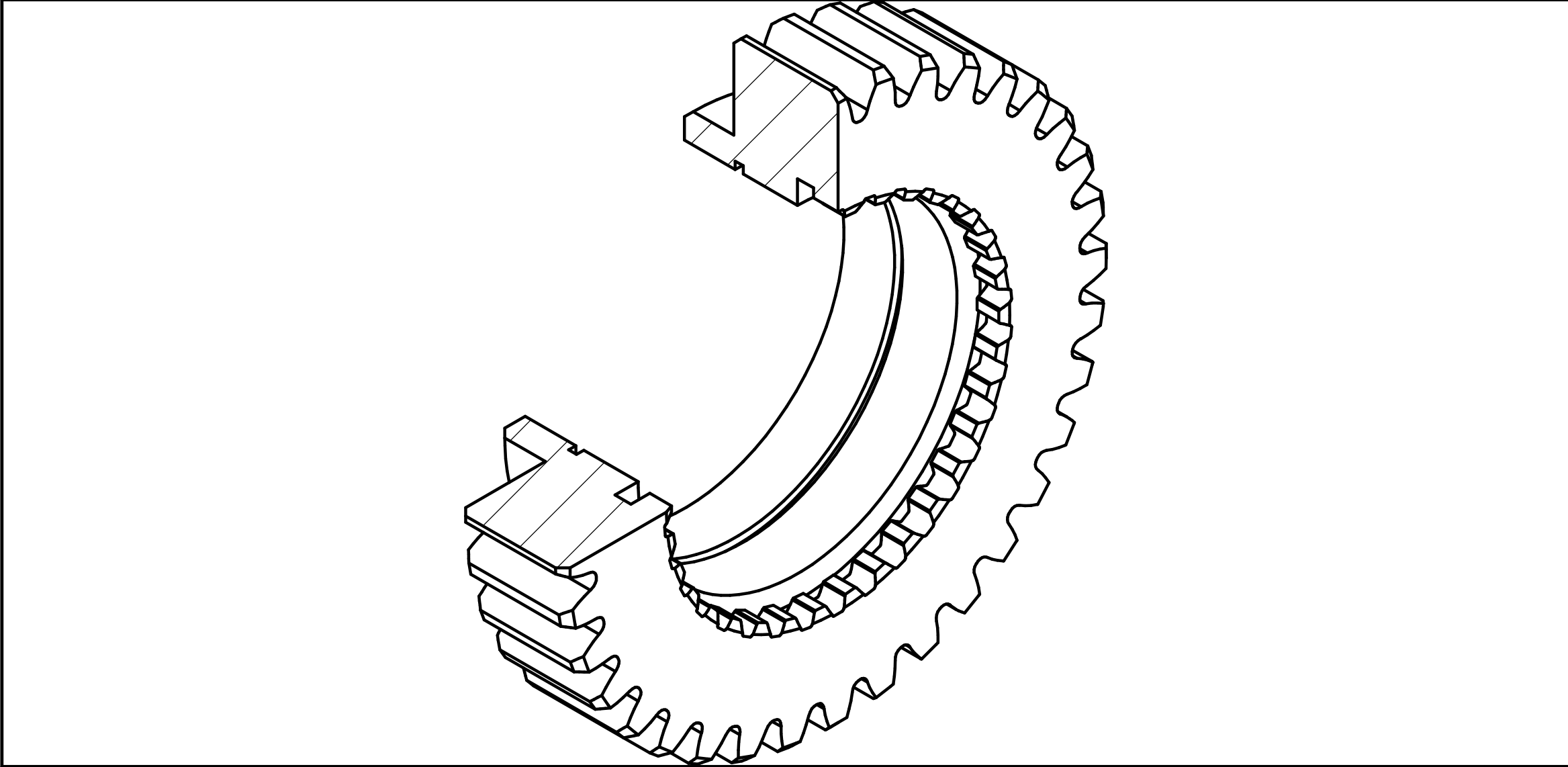
Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №						Документация				
		A1			ИШНПТ-0025.01.00.00 СБ	Приспособление многоместное				
						Детали				
		Б4	1	ИШНПТ-0025.01.00.01	Вал	1				
		Б4	2	ИШНПТ-0025.01.00.02	Втулка	2				
		Б4	3	ИШНПТ-0025.01.00.03	Клин	3				
		A3	4	ИШНПТ-0025.01.00.04	Колесо зубчатое	2				
		Б4	5	ИШНПТ-0025.01.00.05	Кольцо опорное	1				
		Б4	6	ИШНПТ-0025.01.00.06	Крышка	1				
Подп. и дата		Б4	7	ИШНПТ-0025.01.00.07	Крышка	1				
		Б4	8	ИШНПТ-0025.01.00.08	Крышка	1				
		Б4	9	ИШНПТ-0025.01.00.09	Основание	1				
		Б4	10	ИШНПТ-0025.01.00.10	Основание	1				
		Б4	11	ИШНПТ-0025.01.00.11	Палец	3				
		Б4	12	ИШНПТ-0025.01.00.12	Стакан	1				
		Б4	13	ИШНПТ-0025.01.00.13	Тяга	1				
						Стандартные изделия				
		Подп. и дата			14		Винт М6-6dх20	6		
					ГОСТ 11738-84					
Инв. № подл.					ИШНПТ-0025.01.00.00 СБ					
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
		Разраб.	Сотидолдиев С.А.				Спецификация приспособление многоместное	Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Черкасов А.И.					У	1	2
		Н.контр.								
	Утв.									

Копировал

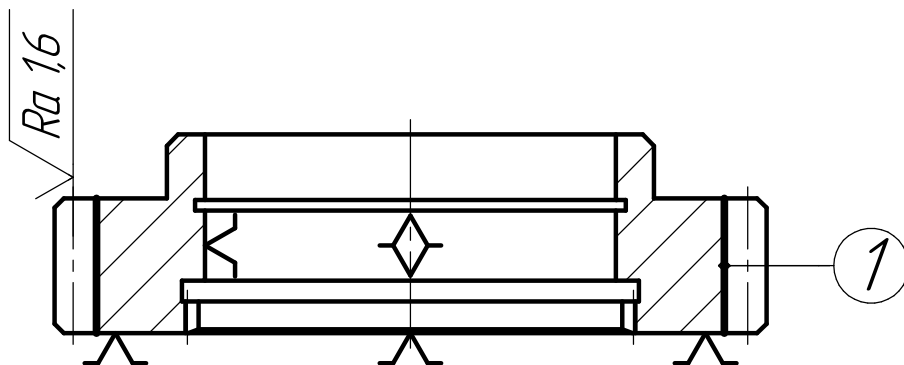
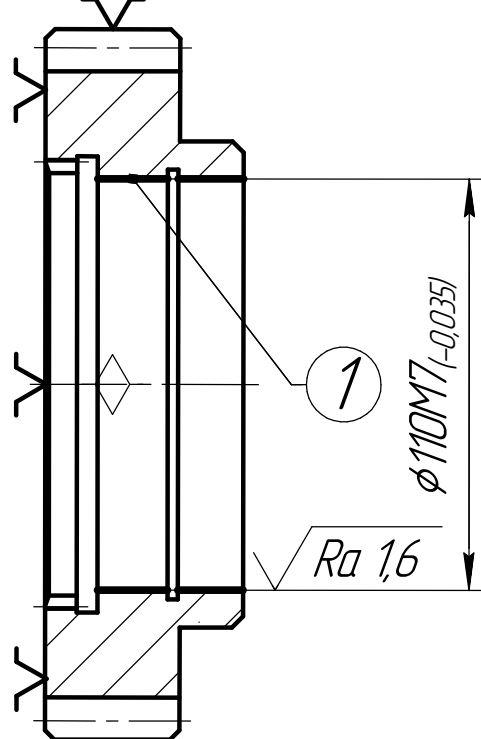
Формат А4

Инв. № посл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дтол.	Подп. и дата

[illegible]



№ перехода	№ операции	Наименование операции и содержание перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Количество одновременно обрабатываемых деталей	Диаметр (ширина), мм	Расчетная длина, мм	Число рабочих ходов	Глубина резания, мм	Режим обработки				Нормы времени						
						Резущий	Измерит.						Подача		п. об./мин	Скорость резания, м/мин	t ₀	t _{вс}	t _{пз}	t _{шт}	t _{шт.к.}		
													мм/об	мм/мин									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
005	A	Заготовительная Отрезать заготовку в соответствии с эскизом		Колонный ленточный станок JET HBS-1220DC	Рольганг, край балка ГОСТ 22045-89, 31 5711 1229 39	Полотно М51 34х11х3950 мм 4/6 ГР (HBS-1220DC)	Линейка измерительная 150 ГОСТ 427-75	1	203	205	1	205	-	50	-	12	1,78	0,31	0,0836	2,2572	3,062		
010	1	Токарная установ А Подрезать торец 1		Токарно-винторезный станок 16К20	Патрон прекулочный: 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец проходной упорный 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73; Резец проходной отогнутый 2102-1117 Т15К6 ГОСТ 18877-73; Штангенциркуль: ШЦ- II-0-200-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости 6,3 Т, ТТ ГОСТ 9378-93	1	203				0,35	-	400	119,32	2,928	0,819	0,169	4,065	6,266			
	2	Точить поверхность 2							190	40	4	2	0,35	-	200						119,32		
	3	Точить фаску 3						-	2,5	1	-	-	-	200	-								
010	1	Токарная установ Б Подрезать торец 1		Токарно-винторезный станок 16К20	Патрон прекулочный: 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Резец подрезной отогнутый 2112-0015 Т15К6 ГОСТ 18880-73; Резец проходной отогнутый 2102-1117 Т15К6 ГОСТ 18877-73; Штангенциркуль: ШЦ- II-0-200-0,1 ГОСТ 166-89; ШЦ- I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости 6,3 Т, ТТ ГОСТ 9378-93	1	203				0,35	-	400	114,354	4,011	0,84	0,218	5,263	8,584			
	2	Точить поверхности 3, 4 черновая чистовая						130	17	4	2	0,35	-	315	132,607								
	3	Точить фаски 2, 5						130	3	1	-	-	-	200	-								
													Карта технологического процесса				Стадия			Масса		Масштаб	
																	Лист 1			Листов 3		11	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																														
060		Зубодолбежная Долбить зубья 1 начисто	<div></div> <table><tr><td>Модуль</td><td>m</td><td>5</td></tr><tr><td>Число зубьев</td><td>z</td><td>36</td></tr><tr><td>Угол наклона зуба</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>Направление зуба</td><td>-</td><td>прямое</td></tr><tr><td>Исходный контур</td><td>-</td><td>ГОСТ 13755-81</td></tr><tr><td>Коэффициент смещения</td><td>x</td><td>0</td></tr><tr><td>Степень точности по ГОСТ 1643-81</td><td>-</td><td>7-С</td></tr><tr><td>Длина общей нормали</td><td>W</td><td>54,183^{-0,08}_{-0,18}</td></tr><tr><td>Делительный диаметр</td><td>d</td><td>180</td></tr><tr><td>Шаг зацепления</td><td>P_o</td><td>14,761</td></tr></table>	Модуль	m	5	Число зубьев	z	36	Угол наклона зуба	-	-	Направление зуба	-	прямое	Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81	Коэффициент смещения	x	0	Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С	Длина общей нормали	W	54,183 ^{-0,08} _{-0,18}	Делительный диаметр	d	180	Шаг зацепления	P _o	14,761	Станок зубодолбежный вертикальный полуавтомат: 5122	Патрон трехшлицевой: 7100-0007 ГОСТ 2675-80	Долбяк зубрезный 2530-0189 ГОСТ 9323-79		1	-	36	-	-	-	0,25 мм/об. ход	-	16	8,62	0,31	0,357	9,644	
				Модуль	m	5																																													
				Число зубьев	z	36																																													
				Угол наклона зуба	-	-																																													
Направление зуба	-	прямое																																																	
Исходный контур	-	ГОСТ 13755-81																																																	
Коэффициент смещения	x	0																																																	
Степень точности по ГОСТ 1643-81	-	7-С																																																	
Длина общей нормали	W	54,183 ^{-0,08} _{-0,18}																																																	
Делительный диаметр	d	180																																																	
Шаг зацепления	P _o	14,761																																																	
																				14,309																															
020		Внутришлифовальная Шлифовать поверхность 1	<div></div>	Станок внутришлифовальный универсальный ЭК288А	Патрон трехшлицевой: 7100-0007 ГОСТ 2675-80	Круг шлифовальный 5 125х20х 62 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Нутромер НИ-100-160 0,01 чмЗ. Образцы шероховатости 16 - ШТ ГОСТ 9378-93	1	110	39	50	0,02	14	-	v _к =4600; v _з =4,3 об/мин.	v _к =30 м/с; v _з =15/мин.	2,211	0,31	0,357	3,235	4,643																														
025		Контрольная Контролировать в соответствии с чертежом детали		Стол контролера																																															
030		Консервация Промыть деталь, просушить, обернуть бумагой противокоррозионной (УНИ 14-80)																																																	
										Изм./Лист		№ докум.		Подп.		Дата						Лист																													
																						3																													